



# **Vulnerabilidad estructural de los puentes del Distrito Metropolitano de Quito frente al peligro sísmico - Aplicación y adaptación de la metodología HAZUS®99 al contexto ecuatoriano**

Galo Atiaga, Florent Demoraes

## **► To cite this version:**

Galo Atiaga, Florent Demoraes. Vulnerabilidad estructural de los puentes del Distrito Metropolitano de Quito frente al peligro sísmico - Aplicación y adaptación de la metodología HAZUS®99 al contexto ecuatoriano : Présentation de la metodología, resultados y mapas. [reportType\_6] Escuela Politécnica Nacional de Ecuador - Institut de Recherche pour le Développement - Direcciones de Territorio y Vivienda, y de Transporte y Vialidad del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. 2002, 129 p. hal-01283044

**HAL Id: hal-01283044**

**<https://hal.science/hal-01283044>**

Submitted on 4 Mar 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **Vulnerabilidad estructural de los puentes del Distrito Metropolitano de Quito frente al peligro sísmico**

**Aplicación y adaptación de la metodología HAZUS®99  
al contexto ecuatoriano**

**Presentación de la metodología, resultados y mapas**

**Galo ATIAGA**

(Egresado, Facultad de Ingeniería Civil – EPN)

**Florent DEMORAES**

(Doctorante, Laboratorio EDYTEM – UMR 5204 - Universidad de Saboya / IRD)

En colaboración con el Municipio de Quito,  
Direcciones Metropolitanas de Territorio y Vivienda,  
y de Transporte y Vialidad



Quito, 16 de Diciembre de 2002

## CONTENIDO

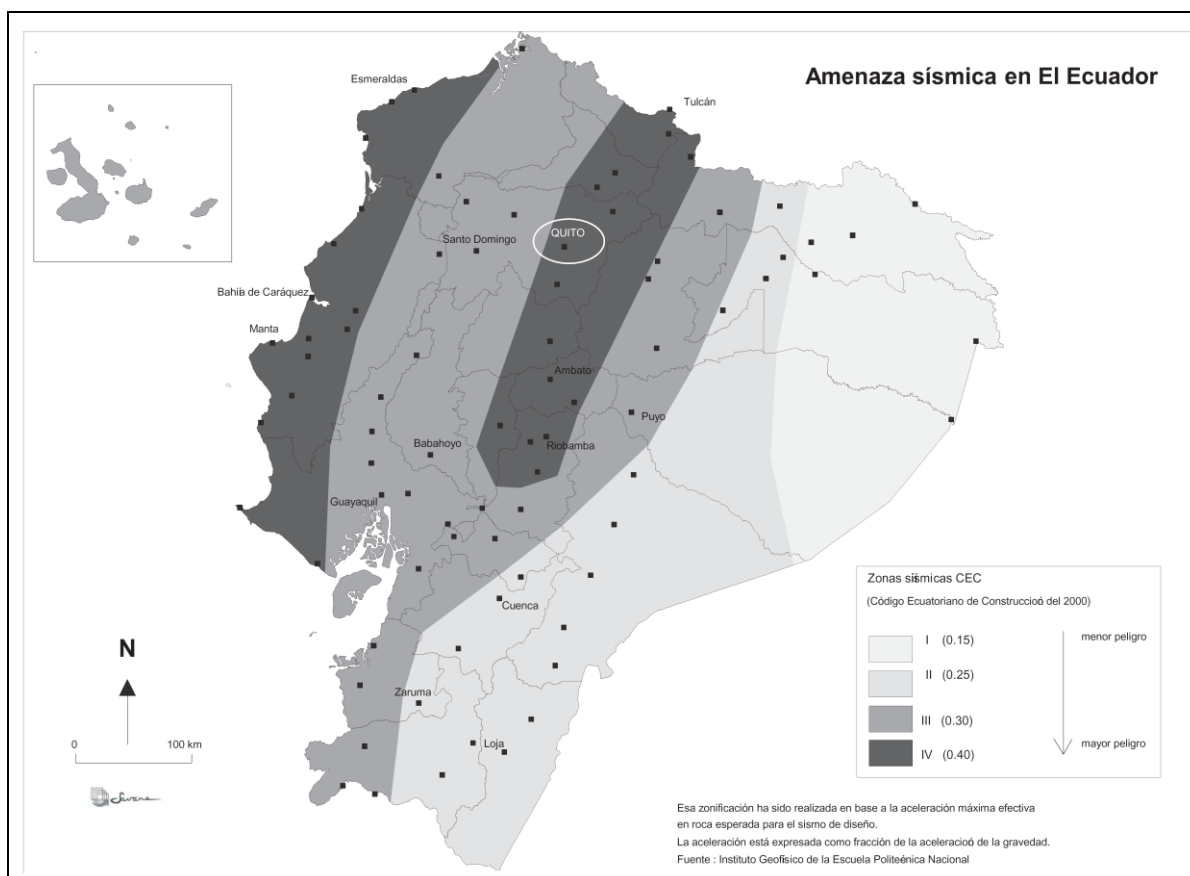
1.	ANTECEDENTES -----	3
1.1.	El peligro sísmico en Quito -----	3
1.2.	El conocimiento del riesgo sísmico en Quito -----	4
1.2.1.	El proyecto para el manejo del riesgo sísmico-----	4
1.2.2.	Iniciativas y proyectos de investigación posteriores -----	4
2.	LEVANTAMIENTO DE CAMPO Y VARIABLES RECOPIADAS SOBRE LOS PUENTES DEL ÁREA METROPOLITANA DE QUITO-----	6
3.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DESARROLLADA POR HAZUS®99 A LOS PUENTES DE LA CIUDAD DE QUITO -----	18
3.1.	Datos no disponibles, adaptaciones necesarias, cambios y límites del estudio-----	18
3.1.1.	Diseño convencional o sísmico-----	18
3.1.2.	Suelos -----	18
3.1.3.	Clasificación HAZUS para los puentes -----	21
3.1.4.	Coeficientes de modificación de medianas -----	22
3.2.	Escenarios sísmicos y comportamiento de los puentes-----	25
4.	ANÁLISIS DE LOS EFECTOS INDUCIDOS POR LOS DAÑOS EN LOS PUENTES OCASIONADOS POR UN SISMO MUY SEVERO-----	33
4.1.	Metodología de análisis-----	33
4.1.1.	Identificación de las obras viales esenciales -----	33
4.1.2.	Probabilidades de daño ocasionado por un sismo muy severo (0.4g) en las obras esenciales -----	37
4.1.3.	Repercusiones posibles en cuanto a movilidad -----	37
4.2.	Perspectivas de investigación-----	41
5.	BIBLIOGRAFÍA -----	42
6.	AGRADECIMIENTOS-----	43

# 1. ANTECEDENTES

[Regreso contenido](#)

## 1.1. El peligro sísmico en Quito

El Distrito Metropolitano de Quito se ubica según el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional en la zona de mayor peligro sísmico (CEC, 2000 – Véase el mapa N°1). Capital del Ecuador, Quito cuenta con una población de **1 839 850 habitantes<sup>1</sup>** y muchas edificaciones, equipamientos y obras viales. El advenimiento de un sismo al generar daños en los edificios y al destruir parte de la red vial (puentes) podría causar disfuncionamientos socioeconómicos muy graves en la aglomeración capitalina. El último evento sísmico que afectó a la ciudad de Quito, aunque no de forma grave, fue en 1987 (epicentro ubicado en el sector de El Reventador). Causó daños más que todo en los edificios del centro histórico, patrimonio de la humanidad.



**Mapa N°1 – Peligro sísmico – Código Ecuatoriano de la Construcción 2000**

Los sismos, aunque de recurrencia menor en comparación con otros peligros de origen natural (deslizamientos, inundaciones...), siguen constituyendo una amenaza seria para la aglomeración capitalina. El presente trabajo pretende mejorar el conocimiento de los riesgos asociados al advenimiento de un terremoto, en especial sobre los puentes, obras esenciales para sustentar la movilidad urbana y el funcionamiento socioeconómico del distrito.

<sup>1</sup> Datos preliminares del último censo del 2001 INEC



## 1.2. El conocimiento del riesgo sísmico en Quito

[Regreso contenido](#)

### 1.2.1. El proyecto para el manejo del riesgo sísmico

A principios de la década de los 90, se realizó un proyecto para el manejo del riesgo sísmico en Quito en colaboración con la Escuela Politécnica Nacional, el GeoHazards International (EEUU), el Municipio de Quito, el ORSTOM (Francia) y la OYO Corporation (Japón).

Los principales logros del estudio fueron:

En el campo de las ciencias físicas y de ingeniería de suelo:

- zonificación de los suelos
- zonificación de intensidades producidas por tres tipos de sismo (local, continental, costanero)
- mapa de probabilidad de deslizamiento provocado por un sismo

En el campo de la ingeniería civil de construcción:

- mapa por manzana de tipos de construcción (base de datos)

En base a esos logros se pudo realizar diferentes escenarios sísmicos y estimar diferentes niveles de daño en: construcciones por manzana, edificios públicos (hospitales y escuelas), redes principales viales, de agua potable y alcantarillado, y de distribución de energía eléctrica.

También se hizo un primer análisis cualitativo de vulnerabilidad estructural y pronóstico de daños de los puentes en base a una inspección visual general de las características estructurales de aproximadamente 30 puentes localizados a lo largo de las principales vías en la ciudad de Quito (PONCE, 1994).

Sin embargo, algunos temas de investigación quedaron pendientes:

- ampliación de la zonificación de suelos y de las intensidades sísmicas a todo el Distrito
- ampliar y profundizar el análisis enfocado sobre los edificios públicos, las infraestructuras y equipamientos viales tales como los puentes y las instalaciones de los diferentes servicios públicos.
- Construir una base de datos de edificaciones a nivel de predio actualizada y aplicar las matrices de daño en construcciones.

### 1.2.2. Iniciativas y proyectos de investigación posteriores

[Regreso contenido](#)

RISMIC, paquete informático desarrollado por Fabricio Yepez con el fin de establecer escenarios sísmicos aplicados a Quito que permitan conocer el grado de daño por manzana. Este trabajo se fundamentó sobre el proyecto para el manejo del riesgo sísmico.

## Principales avances:

- sistematización de la modelación de la respuesta dinámica de los perfiles representativos de suelo de la zonificación de Quito
- sistematización de la estimación de daños en las construcciones por manzana.

Adicionalmente la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda está participando a un programa internacional “EMI” (Earthquake Megacity Initiatives). Semejantes estudios son muy útiles para el Municipio de Quito porque permiten orientar las políticas hacia una planificación preventiva en base a escenarios sísmicos los cuales constituyen en caso de sismo una herramienta directamente utilizable que sirve de apoyo a las decisiones.

Desde 1999, el IRD (Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo, ex-ORSTOM) está desarrollando un proyecto de investigación “Sistema de Información Geográfico y Riesgos en el DMQ”. El tema de la movilidad es un tema analizado dentro de este proyecto ya que corresponde a un componente estratégico para el funcionamiento de una urbe. La vulnerabilidad del soporte físico condiciona sustancialmente las dinámicas de movilidad urbana. La afectación, el daño de una estructura vial en caso de advenimiento de un fenómeno tal como un sismo puede desorganizar sustancialmente el desenvolvimiento habitual del transporte y la movilidad urbana. Es así como, en caso de cierre de un eje vital por ruptura de un puente, los patrones de movilidad habituales, la accesibilidad e sectores serán perturbados o suspendidos. Las consecuencias para la ciudad pueden ser significativas a corto como a largo plazo. “La filosofía general de ese programa de investigación se base en la idea simple de que para ser eficaz, una política de prevención de riesgos primeramente debe dedicarse a proteger los elementos que al vez (1) son esenciales en el sistema territorial, (2) están sometidos a fuertes peligros naturales y (3) son vulnerables”<sup>2</sup>.

Por estas razones es importante conocer con anticipación la vulnerabilidad estructural de las obras viales esenciales y su probabilidad de daño en caso de sismo para poder establecer medidas preventivas y disponer de una herramienta que permita ayudar a la toma rápida de decisiones en caso de emergencia.

El presente estudio tiene por objeto de evaluar y presentar la vulnerabilidad estructural de todos los puentes del área metropolitana y su probabilidad de daño en caso de sismo. El análisis se base sobre una adaptación de una metodología de evaluación de daños de puente desarrollado en EEUU (HAZUS@99: [www.fema.gov/hazus/download.htm](http://www.fema.gov/hazus/download.htm)). Se pondrá mayor énfasis en el análisis de probabilidades de daño de los puentes esenciales en la medida en que su daño o ruptura total constituiría un handicap mayor para la comunidad.

El informe se estructura en 3 secciones. La primera presenta el levantamiento de datos de campo de las infraestructuras viales del área metropolitana de Quito y la conformación de la base de datos. La segunda trata sobre la aplicación de la metodología HAZUS@99 adaptada a todos los puentes de la ciudad de Quito. En la tercera, se identificará los puentes esenciales y se analizará específicamente para dichas obras su propensión a sufrir daño y las repercusiones esperadas en cuanto a movilidad. Nota: se analiza en este informe los daños asociados a las ondas vibratorias y no a los desplazamientos de suelos vinculados con fallas geológicas que puede ocurrir en caso de sismo.

---

<sup>2</sup> IRD/MDMQ, 2002, *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, bajo la dirección de Robert D’Ercole y Pascale Metzger, Colección, Quito Metropolitano.

## 2. LEVANTAMIENTO DE CAMPO Y VARIABLES RECOPILADAS SOBRE LOS PUENTES DEL ÁREA METROPOLITANA DE QUITO

[Regreso contenido](#)

El trabajo de levantamiento de datos de campo de las infraestructuras viales, se realizó en el lapso de diez días (08/07/2002 – 12/07/2002 y 15/07/2002 – 19/07/2002). En dicho período se tomó la información de 76 estructuras viales ubicadas dentro del Distrito Metropolitano de Quito, abarcando casi la totalidad de estructuras existentes.

El grupo humano que desempeñó dicho trabajo estuvo conformado por: Galo Atiaga (Facultad de Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica Nacional) y Damien Golbin (Ecole des Mines d'Arles – Francia), estudiantes de ingeniería pasantes de la DMTV/IRD. El equipo utilizado para las mediciones y observaciones de las estructuras se listan a continuación:

- GPS
- Cinta 15 [m]
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Mapas de ubicación
- Hojas de registro

Los parámetros que se determinaron en el trabajo de campo son los siguientes:

### Mediante mediciones:

- Dimensiones de apoyos
- Luz libre máxima entre apoyos
- Dimensiones para estimación de la masa
- Dimensiones para la determinación del ángulo en apoyos (skew angle)

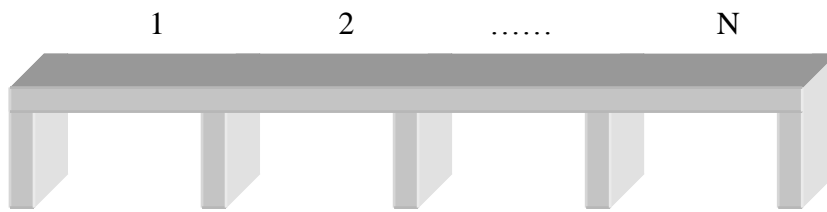
### Mediante observaciones visuales:

- Material
- Alineación en planta (curvo o recto)
- Estado de la estructura (existencia de fisuras, agrietamiento y corrosión)
- Deformaciones excesivas en la estructura
- Suelo de asentamiento (horizontal o inclinado)
- Número de segmentos

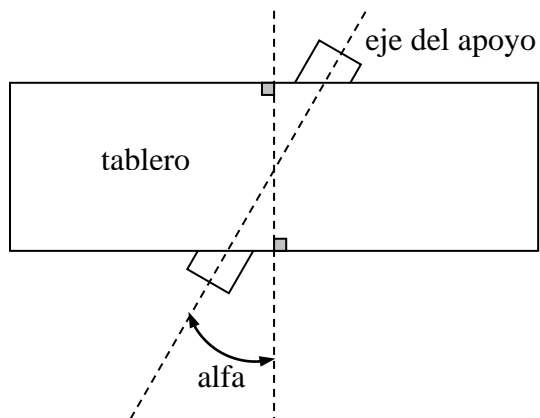
Para la medición de dimensiones de la estructura, así como para distancias pequeñas (hasta 20 [m]), se utilizó preferentemente el flexómetro o la cinta; mientras que las distancias mayores fueron determinadas mediante diferencia de coordenadas geográficas utilizando el GPS, y la transformación de grados a unidades de longitud correspondiente a la zona de estudio ( $1[^\circ] = 111.12$  [km]). Además, la información fue complementada mediante observaciones visuales y fotografías de cada estructura (Ver anexo).

Datos recopilados:

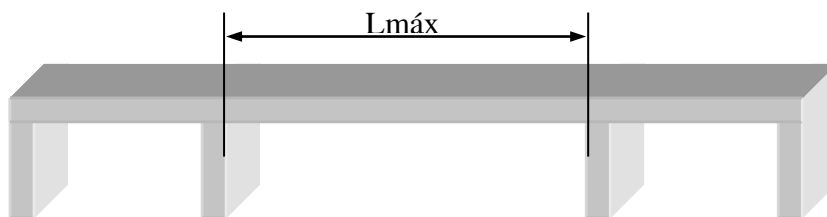
**1. Número segmentos: (N)**



**2. ángulo en apoyos (skew angle) alfa [°] (en grados)**



**3. Longitud máxima entre apoyos ( $L_{\text{máx}}$  [m] (en metro))**



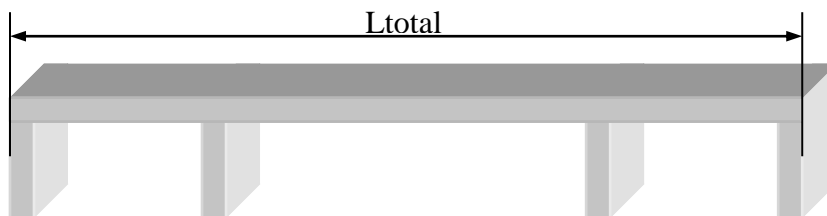
**4. Ancho del tablero ( $B$  [m]) (en metros)**



**5. Altura libre de apoyos (Hapoyos [m]) (en metros)**



**6. Longitud total de la estructura (Ltotal [m]) (en metros)**



**7. Material: se diferencia 8 tipos**

- hormigón armado
- mixto (acero y hormigón)
- hormigón presforzado
- hormigón armado y hormigón presforzado
- mampostería de ladrillo
- acero
- mampostería de piedra
- sd (sin datos)

**8. Alineación en planta:** indica si la alineación en planta de la estructura es recta o curva

**9. Fisuras:** indica si la estructura presenta fisuras superficiales.

- SI
- NO
- Sd (sin datos)

**10. Agrietamiento:** indica si la estructura presenta agrietamientos profundos.

- SI
- NO
- Sd (sin datos)

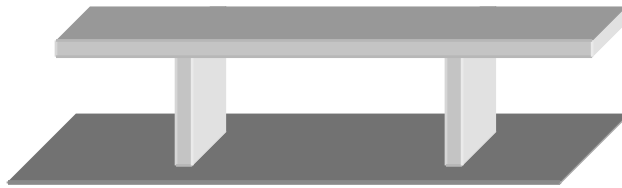
**11. Corrosión:** indica si la estructura presenta corrosión tanto en los puentes de acero como en el acero de refuerzo del hormigón armado o presforzado

- SI
- NO
- Sd (sin datos)

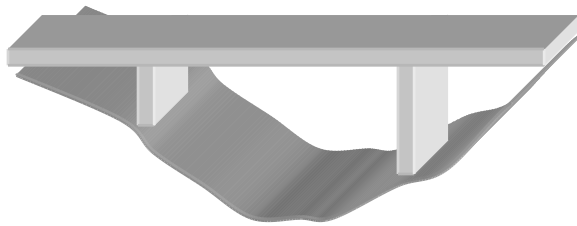
**12. Desplazamiento en la estructura:** indica la presencia de deformaciones excesivas en la estructura

- SI
- NO

- 13. Suelo de Asentamiento:** indica el suelo de asentamiento de los apoyos, puede ser horizontal o inclinado



Suelo horizontal



Suelo inclinado

- 14. tipo:** se diferencia 7 categorías de estructuras determinadas a partir de su función y diseño.

**“Intercambiador”:** obras de arte mayor generalmente de gran tamaño que permiten vincular varias vías entre sí y repartir el tráfico en todas, o casi todas las direcciones (Véase puente 5 – Trébol)

**“Paso 3 niveles”:** paso a desnivel con tres niveles (sin intersección). Generalmente se compone de un paso deprimido, de una vía al nivel de la calzada, y de un paso elevado. (Véase el puente 35 – 6 de Diciembre y Galo Plaza)

**“Paso deprimido”:** paso a desnivel con dos niveles en lo cual predomina el tramo excavado (Véase puente 17 – Prensa y Amazonas)

**“Paso elevado”:** paso a desnivel con dos niveles en lo cual predomina el tramo elevado (Véase puente 13 – 10 de Agosto y República)

**“Puente”:** permite salvar un obstáculo topográfico, siendo éste generalmente un río, una quebrada. (véase Puente 40 – Panamericana Norte – Río Guayllabamba). También se incluyen esta categoría las estructuras de corta longitud (hasta 35 metros) que permiten cruzar sobre otra vía (Véase el puente 28 – Gran Colombia y Yaguachi).

**“Puente peatonal”:** estructura para uso exclusivamente peatonal (Véase el puente 68 – San Roque)

**“Puente tren”:** estructura para uso exclusivamente de ferrocarril (Véase el puente 70 – antes del peaje de la autopista Rumiñahui). Nota: la única estructura de esta categoría no se encuentra en uso.

En cambio, para la ubicación exacta de los puentes se utilizó primero un mapa en el que constaba la nomenclatura de las vías y luego se comprobó con el recorrido de campo en particular en los valles.

Para determinar si la fecha de construcción de los puentes es anterior o posterior a 1996<sup>3</sup> se utilizó fotografías aéreas de 1989 y 1996, y una imagen satelital SPOT de 1994 (Base de datos de la Unidad de Estudios e Información de la Dirección de Territorio y Vivienda del Municipio). Esa información fue complementada mediante una entrevista al Arq. Hidalgo Núñez, director de transporte y vialidad del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (Véase Tabla N°1a,b)

clave	ubicación	año
1	El Labrador	antes de 1990
2	Mariana de Jesus y Occidental	antes de 1990
3	Patria y 12 de Octubre	antes de 1990
4	Carcelen	antes de 1990
5	Trebol	antes de 1990
6	10 de Agosto Gran Colombia (San Blas)	antes de 1990
7	Avenida Pichincha (San Blas)	antes de 1990
8	Gonzalez Suarez (encima de Interoceanica)	antes de 1990
9	Antonio Ante y Manuel Larrea	antes de 1990
10	Eloy Alfaro y Las Palmeras (Zambiza)	entre 1990 y 1996
11	Carvajal y Occidental (El Bosque)	antes de 1990
12	Inicio del La Prensa y America (La Y)	antes de 1990
13	10 de Agosto y Republica (Recta)	entre 1990 y 1996
14	10 de Agosto y Eloy Alfaro	antes de 1990
15	10 de Agosto y Patria (El Guambra)	antes de 1990
16	Maldonado y Nueva Oriental (Plywood)	antes de 1990
17	Prensa y Amazonas (Aeropuerto)	antes de 1990
18	Diaz de la Madrid y Occidental	antes de 1990
19	La Gasca y Occidental	antes de 1990
20	Universitaria y Occidental (Miraflores)	antes de 1990
21	Occidental (El Tejar)	antes de 1990
22	Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	antes de 1990
25	24 de Mayo y Maldonado (Terminal Terrestre)	antes de 1990
27	America (Universidad Central)	después de 1996
28	Gran Colombia y Yaguachi (Congreso)	antes de 1990
29	Velasco Ibarra y Quesera del Medio (Vicentina)	antes de 1990
30	Autp Ruminahui (antes del intercambiador con Nueva Oriental)	antes de 1990
31	Autopista Ruminahui y Nueva Oriental	entre 1990 y 1996
33	Maldonado y El Sena (Rio Machangara)	antes de 1990
35	10 de Agosto (Galo Plaza Lasso) y 6 de Diciembre	entre 1990 y 1996
36	Eloy Alfaro y Los Nogales	entre 1990 y 1996
37	Avenida Pichincha y Oriente (San Blas)	antes de 1990
38	Avenida Pichincha (La Marin)	antes de 1990
39	PanaNorte a llegar a Calderón (junto al cementerio)	entre 1990 y 1996
40	Panamericana Norte (Rio Guayllabamba)	antes de 1990
41	Interoceanica (Rio Chiche)	antes de 1990
42	Interoceanica y Nueva Oriental (Cumbaya)	entre 1990 y 1996
43	Avenida de Los Conquistadores (Machangara)	antes de 1990
44	Nueva Oriental (Machangara)	entre 1990 y 1996
45	Interoceanica (Rio Machangara)	antes de 1990

**Tabla N°1a – Año de construcción de los puentes**

<sup>3</sup> Año de inicio de implementación de los diseños sismo resistentes en Quito (Véase metodología de la sección 3.1.1.)

clave	ubicación	año
46	Circunvalacion Cumbaya (Entrada San Juan Bautista)	entre 1990 y 1996
47	Interoceanica (Rio San Pedro) antes del Club El Nacional	antes de 1990
48	Autopista Rumiñahui (Rio San Pedro) Los Chillos	antes de 1990
49	Autopista Rumiñahui Entrada a Conocoto	antes de 1990
50	Intervalle Via a Pintag (Rio Pita) Los Chillos	antes de 1990
51	Calle Piedad del Castillo (Rio San Pedro) Los Chillos	antes de 1990
52	Calle Avelina Lasso (Rio San Pedro) Entrada San Rafael	antes de 1990
53	Avenida San Luis (Rio Sta Clara) Los Chillos	antes de 1990
54	I. Isabela (Rio Pita) Los Chillos	antes de 1990
55	Avendia El Tingo (Rio San Pedro) Los Chillos	antes de 1990
56	Entrada a El Tingo (Quebrada Ushimana) Los Chillos	antes de 1990
57	El Triangulo Via a Conocoto (Rio San Pedro) Los Chillos	antes de 1990
58	Calle Aurelio Naranjo (Los Chillos)	antes de 1990
59	Calle Venezuela (Rio San Pedro) Los Chillos	antes de 1990
60	Av. Pichincha entre La Marín y El Trebol	antes de 1990
61	Alberto Larrea y Napo (Luluncoto)	antes de 1990
63	10 de Agosto al nivel de la Y Sur	antes de 1990
65	10 de Agosto y Naciones Unidas	antes de 1990
66	10 de Agosto y Tarqui	antes de 1990
67	6 de Diciembre e Interocéánica (Plaza Argentina)	antes de 1990
68	Puente peatonal San Roque	antes de 1990
69	10 de Agosto al nivel de la Y Norte	antes de 1990
70	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui	antes de 1990
71	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui	antes de 1990
72	Autopista Rumiñahui Puente Peatonal III Entrada a Guangopolo	antes de 1990
73	Avenida de Los Conquistadores (Quebrada de El Batán)	antes de 1990
74	Interoceánica (Quebrada Auqui Chico) antes de la Primavera	antes de 1990
75	Miravalle (vía a Cumbayá)	antes de 1990
77	10 de Agosto y Ríofrío	antes de 1990
78	PanaNorte junto a la tenencia política	entre 1990 y 1996
79	Entrada a El Tingo a mano izquierdo (Quebrada Ushimana)	antes de 1990
80	Calle Mariana de Jesús (Río Capelo) Los Chillos	antes de 1990
81	Occidental a bajo del centro popular de San Roque	antes de 1990
82	24 de Mayo a la salida del túnel	antes de 1990
83	10 de Agosto y República (Curvo)	entre 1990 y 1996
84	10 de Agosto y Eloy Alfaro	antes de 1990

**Tabla N°1b – Año de construcción de los puentes**

A continuación se indica en las tablas N°2a,b,c,d los datos recopilados para los 76 puentes del Distrito Metropolitano de Quito y la ubicación de los puentes en el Mapa N°2.



clave	fecha	N	$\alpha$ [°]	$L_{vmax}$ [m]	B [m]	$H_{apoyos}$ [m]	$L_{total}$ [m]	materiales	alineación en planta	fisuras	agrietamiento	corrosión	desplazamientos en la estructura	suelo de asentamiento	tipo de obra vial	ubicación
1	18/07/2002	1	0	19	15	4	19	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Intercambiador	El Labrador
2	10/07/2002	3	0	12	31	6	20	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	inclinado	Puente	Mariana de Jesus y Occidental
3	08/07/2002	3	0	7	16	4	15	hormigón armado	curvo	NO	SI	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Patria y 12 de Octubre
4	18/07/2002	4	0	24	23	5	52	hormigón armado	curvo	NO	NO	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Carcelen
5	09/07/2002	2	0	26	22	6	29	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Trebol
6	16/07/2002	1	0	10	9	4	10	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso deprimido	10 de Agosto Gran Colombia (San Blas)
7	16/07/2002	1	37	12	11	4	12	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso deprimido	Avenida Pichincha (San Blas)
8	08/07/2002	4	0	41	15	34	118	mixto (acero y hormigón)	recto	NO	NO	SI	NO	inclinado	Puente	Gonzalez Suarez (encima de Interoceanica)
9	16/07/2002	1	0	56	14	5	56	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso deprimido	Antonio Ante y Manuel Larrea
10	11/07/2002	1	16	30	13	6	30	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Eloy Alfaro y Las Palmeras (Zambiza)
11	11/07/2002	4	0	13	17	6	36	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Carvajal y Occidental (El Bosque)
12	10/07/2002	4	0	23	10	4	70	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso elevado	Inicio del La Prensa y America (La Y)
13	10/07/2002	12	0	44	8	8	277	hormigón armado	recto	SI	NO	NO	NO	horizontal	Paso elevado	10 de Agosto y Republica (Recta)
14	10/07/2002	11	0	43	17	9	226	hormigón armado	curvo	NO	sd	sd	NO	horizontal	Paso elevado	10 de Agosto y Eloy Alfaro
15	10/07/2002	5	0	34	10	4	121	hormigón armado	curvo	sd	sd	NO	NO	horizontal	Paso elevado	10 de Agosto y Patria (El Guambra)
16	17/07/2002	7	0	30	14	6	199	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso elevado	Maldonado y Nueva Oriental (Plywood)
17	11/07/2002	1	38	17	10	4	17	hormigón armado	curvo	SI	NO	NO	NO	horizontal	Paso deprimido	Prensa y Amazonas (Aeropuerto)
18	10/07/2002	2	0	10	12	6	19	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	horizontal	Puente	Diaz de la Madrid y Occidental
19	11/07/2002	2	0	18	11	3	18	hormigón armado	recto	SI	sd	NO	NO	horizontal	Puente	La Gasca y Occidental

**Tabla N°2a - Datos de los puentes obtenidos con el levantamiento de campo**

clave	fecha	N	$\alpha$ [°]	$L_{vm\acute{a}x}$ [m]	B [m]	$H_{apoyos}$ [m]	$L_{total}$ [m]	material	alineación en planta	fisuras	agrietamiento	corrosión	desplazamientos en la estructura	suelo de asentamiento	tipo de obra vial	ubicación
20	11/07/2002	2	0	13	11	6	25	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Universitaria y Occidental (Miraflores)
21	16/07/2002	2	30	9	32	6	18	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Occidental (El Tejar)
22	09/07/2002	2	0	9	27	5	16	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso elevado	Occidental y 24 de Mayo (San Roque)
25	09/07/2002	1	37	26	22	6	20	hormigón presforzado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Puente	24 de Mayo y Maldonado (Terminal Terrestre)
27	18/07/2002	1	0	7	7	5	7	hormigón armado y hormigón presforzado	curvo	NO	NO	NO	NO	horizontal	Intercambiador	América (Universidad Central)
28	08/07/2002	1	29	31	10	6	31	hormigón presforzado	recto	SI	NO	NO	NO	horizontal	Puente	Gran Colombia y Yaguachi (Congreso)
29	08/07/2002	3	0	19	8	3	35	hormigón armado	curvo	NO	NO	NO	NO	horizontal	Paso elevado	Velasco Ibarra y Quesera del Medio (Vicentina)
30	12/07/2002	2	0	19	11	5	37	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	horizontal	Puente	Autp Ruminahui (antes del intercambiador con Nueva Oriental)
31	12/07/2002	2	0	27	40	5	54	hormigón armado	recto	NO	SI	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Autopista Ruminahui y Nueva Oriental
33	17/07/2002	1	0	16	13	12	15	mampostería de ladrillo	recto	SI	SI	NO	NO	inclinado	Puente	Maldonado y El Sena (Rio Machangara)
35	11/07/2002	3	0	23	6	5	63	hormigón armado	curvo	SI	NO	NO	NO	horizontal	Paso 3 niveles	10 de Agosto (Galo Plaza Lasso) y 6 de Diciembre
36	11/07/2002	1	0	12	13	5	10	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	horizontal	Puente	Eloy Alfaro y Los Nogales
37	09/07/2002	2	0	7	19	4	9	hormigón armado	recto	SI	NO	NO	NO	horizontal	Paso elevado	Avenida Pichincha y Oriente (San Blas)
38	09/07/2002	8	0	15	9	4	101	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso elevado	Avenida Pichincha (La Marín)
39	18/07/2002	2	0	24	16	5	45	hormigón presforzado	curvo	NO	NO	NO	NO	horizontal	Paso elevado	PanaNorte a llegar a Calderón (junto al cementerio)
40	18/07/2002	3	0	56	10	15	95	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	SI	inclinado	Puente	Panamericana Norte (Rio Guayllabamba)
41	15/07/2002	4	0	90	11	36	149	acero	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Puente	Interoceanica (Rio Chiche)
42	15/07/2002	2	38	30	23	5	56	hormigón presforzado	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Intercambiador	Interoceanica y Nueva Oriental (Cumbaya)

**Tabla N°2b - Datos de los puentes obtenidos con el levantamiento de campo**

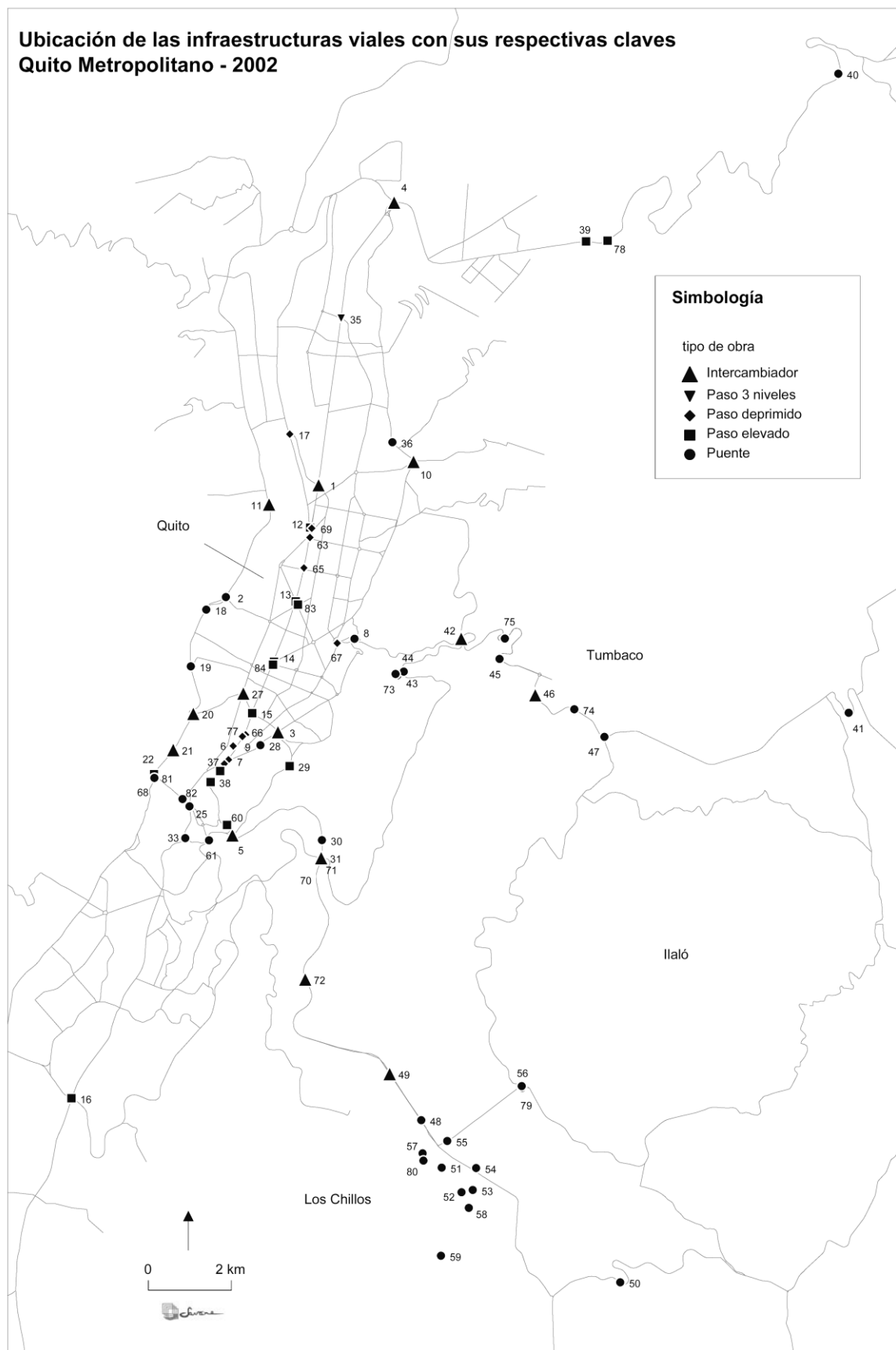
clave	fecha	N	$\alpha$ [°]	$L_{vm\acute{a}x}$ [m]	B [m]	$H_{apoyos}$ [m]	$L_{total}$ [m]	material	alineación en planta	fisuras	agrietamiento	corrosión	desplazamientos en la estructura	suelo de asentamiento	tipo de obra vial	ubicación
45	15/07/2002	3	18	33	16	18	86	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	inclinado	Puente	Interoceanica (Rio Machangara)
46	15/07/2002	2	13	12	18	6	22	hormigón presforzado	recto	NO	SI	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Circunvalacion Cumbaya (Entrada San Juan Bautista)
47	15/07/2002	3	0	29	25	11	53	hormigón armado	recto	sd	sd	sd	NO	inclinado	Puente	Interoceanica (Rio San Pedro) antes del Club El Nacional
48	12/07/2002	14	0	22	16	12	116	hormigón armado	recto	NO	SI	NO	NO	horizontal	Puente	Autopista Ruminahui (Rio San Pedro) Los Chillos
49	12/07/2002	3	0	16	9	6	31	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Autopista Rumiñahui Entrada a Conocoto
50	19/07/2002	1	27	18	12	6	18	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	inclinado	Puente	Intervalle Via a Pintag (Rio Pita) Los Chillos
51	19/07/2002	1	0	13	6	8	13	mampostería de piedra	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Puente	Calle Piedad del Castillo (Rio San Pedro) Los Chillos
52	19/07/2002	1	0	13	5	5	13	hormigón armado	recto	SI	NO	NO	NO	inclinado	Puente	Calle Avelina Lasso (Rio San Pedro) Entrada San Rafael
53	19/07/2002	1	0	22	10	8	22	mampostería de piedra	recto	SI	NO	NO	NO	inclinado	Puente	Avenida San Luis (Rio Sta Clara) Los Chillos
54	12/07/2002	1	0	13	10	5	13	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Puente	I. Isabela (Rio Pita) Los Chillos
55	19/07/2002	1	26	14	10	4	14	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	inclinado	Puente	Avendia El Tingo (Rio San Pedro) Los Chillos
56	19/07/2002	1	13	10	8	6	10	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	inclinado	Puente	Entrada a El Tingo (Quebrada Ushimana) Los Chillos
57	19/07/2002	1	0	32	10	4	32	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Puente	El Triangulo Via a Conocoto (Rio San Pedro) Los Chillos
58	19/07/2002	1	0	8	5	3	8	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Puente	Calle Aurelio Naranjo (Los Chillos)
59	19/07/2002	1	0	13	6	8	12	mampostería de piedra	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Puente	Calle Venezuela (Rio San Pedro) Los Chillos
60	17/07/2002	6	0	54	8	3	126	hormigón armado	recto	SI	NO	NO	NO	inclinado	Paso elevado	Av. Pichincha entre La Marin y El Trebol
61	17/07/2002	2	38	18	12	8	32	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	horizontal	Puente	Alberto Larrea y Napo (Luluncoto)

**Tabla N°2c - Datos de los puentes obtenidos con el levantamiento de campo**

clave	fecha	N	$\alpha$ [°]	$L_{vm\acute{a}x}$ [m]	B [m]	$H_{apoyos}$ [m]	$L_{total}$ [m]	materia	alineación en planta	fisuras	agrietamiento	corrosión	desplazamientos en la estructura	suelo de asentamiento	tipo de obra vial	ubicación
66	16/07/2002	1	0	31	7	4	31	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso deprimido	10 de Agosto y Tarqui
67	08/07/2002	1	25	9	30	5	9	hormigón armado	curvo	NO	NO	NO	NO	horizontal	Paso deprimido	6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)
68	09/07/2002	20	0	12	4	8	217	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Puente peatonal	Puente peatonal San Roque
69	10/07/2002	1	0	9	20	4	9	hormigón armado	recto	SI	NO	NO	NO	horizontal	Paso deprimido	10 de Agosto al nivel de la Y Norte
70	12/07/2002	5	0	11	5	5	37	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Puente tren	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui
71	12/07/2002	1	0	19	5	5	19	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Puente tren	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui
72	12/07/2002	1	0	35	10	4	33	hormigón armado	recto	SI	SI	NO	NO	horizontal	Intercambiador	Autopista Rumiñahui Puente Peatonal III Entrada a Guano Polo
73	15/07/2002	1	0	19	6	10	19	mampostería de ladrillo	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Puente	Avenida de Los Conquistadores (Quebrada de El Batán)
74	15/07/2002	1	0	23	18	5	23	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Puente	Interoceánica (Quebrada Auqui Chico) antes de la Primavera
75	15/07/2002	1	0	27	11	5	27	hormigón presforzado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Puente	Miravalle (vía a Cumbayá)
77	16/07/2002	1	0	11	22	4	11	hormigón armado	curvo	SI	SI	NO	NO	horizontal	Paso deprimido	10 de Agosto y Río Frío
78	18/07/2002	2	26	21	10	7	33	hormigón presforzado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Paso elevado	Pana Norte junto a la tenencia política
79	19/07/2002	1	0	12	7	6	12	mixto (acero y hormigón)	recto	SI	NO	SI	NO	inclinado	Puente	Entrada a El Tingo a mano izquierdo (Quebrada Ushimana)
80	19/07/2002	1	0	13	6	8	13	mampostería de piedra	recto	NO	NO	NO	NO	inclinado	Puente	Calle Mariana de Jesús (Río Capelo) Los Chillos
81	09/07/2002	1	0	11	12	6	11	mixto (acero y hormigón)	curvo	SI	SI	SI	NO	horizontal	Puente	Occidental a bajo del centro popular de San Roque
82	09/07/2002	1	0	7	23	7	7	hormigón armado	recto	NO	NO	NO	NO	horizontal	Puente	24 de Mayo a la salida del túnel

**Tabla N°2d - Datos de los puentes obtenidos con el levantamiento de campo**





### **3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DESARROLLADA POR HAZUS®99 A LOS PUENTES DE LA CIUDAD DE QUITO**

[Regreso contenido](#)

#### **3.1. Datos no disponibles, adaptaciones necesarias, cambios y límites del estudio**

[Regreso contenido](#)

##### **3.1.1. Diseño convencional o sísmico**

Dentro de la clasificación de las estructuras en la metodología HAZUS se establecen los años que se refieren al inicio de la implementación de diseños sísmicos es las infraestructuras viales. Para el caso de California el año que separa la aplicación de diseños convencionales de los sísmicos es 1975, para el resto de estados este año es 1990. En el caso de Quito, se ha asumido que desde el año de 1996 se ha implementado el diseño sísmico en las infraestructuras viales, en base a información otorgada por varios ingenieros conocedores del desarrollo vial de la ciudad.

##### **3.1.2. Suelos**

En base a la zonificación de suelos de la ciudad consolidada de Quito desarrollada dentro del “proyecto para el manejo del riesgo sísmico de Quito (1994)”, fue posible ubicar la mayoría de las estructuras dentro de los dieciocho tipos de suelo definidos en el mencionado estudio.

En el documento “Modelación de la respuesta dinámica de los perfiles representativos de suelo de la zonificación de Quito” presentada en las XIV Jornadas Nacionales de Ingeniería Estructural (Cuenca, Junio 2001), se establece la correspondencia de la mayoría de tipos de suelo con los cuatro tipos de suelo (S1, S2, S3, S4) caracterizados en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC-2000).

Para los casos de las infraestructuras ubicadas en el Valle de los Chillos, Tumbaco, Cumbayá y Guayllabamba, no se tiene un análisis de suelo como el desarrollado para la ciudad consolidada de Quito. En el caso de estos suelos, se los ha caracterizado en forma cualitativa en base a estudios particulares realizados en estos sectores, y de la experiencia de profesionales expertos en el tema (Ing. Jorge Valverde, Profesor Principal en la Escuela de Ingeniería Civil de la EPN). Esta caracterización cualitativa ha determinado que los suelos ubicados en estas zonas corresponden al tipo de suelo S2 del CEC-2000.

El perfil tipo S1 se refiere a rocas o suelos firmes, el perfil tipo S3 se refiere a suelos blandos o estratos profundos, el perfil tipo S2 corresponde a suelos con características intermedias entre los suelos S1 y S3. El S4 corresponde a suelos altamente compresibles y donde las condiciones geológicas y topográficas son especialmente desfavorables. Los suelos S3 y S4 tienen una extensión restringida que no es considerada en la zonificación de suelos de la ciudad de Quito.

Sin embargo, se encontraron diez estructuras que se ubican a una distancia menor de 50 metros de un relleno de quebrada (ver Mapa N°3). En base a información otorgada por el Ing. Gustavo Barahona (Profesor Pregrado EPN), se sabe que estos rellenos son antiguos y por tanto tienen una consolidación aceptable, por lo que no se ha adoptado el tipo de suelo S3 o S4. De todas formas, es recomendable tener cuidado con dichas estructuras que se listan en la Tabla N°3.

clave	ubicación	tipo de obra
5	Trebol	intercambiador
11	Carvajal y Occidental (El Bosque)	intercambiador
12	Inicio del La Prensa y America (La Y)	paso elevado
15	10 de Agosto y Patria (El Guambra)	paso elevado
21	Occidental (El Tejar)	intercambiador
22	Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	paso elevado
37	Avenida Pichincha y Oriente (San Blas)	paso elevado
67	6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)	paso deprimido
68	Puente peatonal San Roque	puente peatonal
69	10 de Agosto al nivel de la Y Norte	paso deprimido

**Tabla N°3 - Estructuras ubicadas a menos de 50 metros de un antiguo relleno de quebrada**



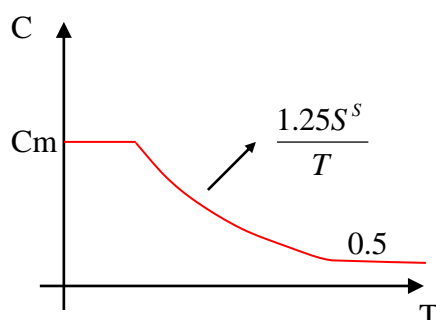
Obras viales ubicadas a menos de 50 metros de una quebrada rellenada



Mapa N°3 – Infraestructuras construidas sobre relleno

### Aceleración espectral

Para determinar los valores de aceleración espectral  $S_a$  para períodos de vibración de 0.3 y 1.0 segundos necesarios para la aplicación de la metodología HAZUS, se utilizó el espectro sísmico elástico de diseño publicado en el código ecuatoriano de la construcción (CEC-2000), que considera el efecto dinámico de amplificación del suelo. El Gráfico N°1 muestra el espectro utilizado y la ecuación correspondiente:



**Gráfico N°1 – Espectro sísmico elástico de diseño CEC-2000**

El valor  $C$  representa el espectro elástico de diseño normalizado, que no necesita exceder del valor  $C_m$  que depende del tipo de suelo, y no debe ser menor que 0.5. El factor de suelo  $S$  ha sido definido de tal forma de simplificar, desde el punto de vista práctico, los distintos tipos de suelo existentes en el país, reduciéndolos sólo a cuatro tipos, cada uno de los cuales se ha descrito de la forma más concisa posible, a través de diversas propiedades físicas.

Para determinar los valores de la aceleración espectral en función del espectro anterior es:

$$S_a = PGA \cdot C$$

El valor de PGA (Peak Ground Acceleration) representa el pico de aceleración de un diagrama aceleración vs. tiempo. Tanto el valor de PGA como el de  $S_a$  se expresa en función de la gravedad.

#### 3.1.3. Clasificación HAZUS para los puentes

Dentro de la metodología HAZUS, se clasifican las infraestructuras tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Diseño convencional / sísmico
- Número de vanos
- Longitudes
- Material
- Continuidad

Considerando las características anteriores, se establecen 28 categorías en total. Las estructuras objeto del presente estudio se clasifican dentro de ocho categorías que se presentan en la Tabla N°4.

CLASE	N	Diseño	Material
HWB3	1	convencional	
HWB4	1	sísmico	
HWB5		convencional	hormigón armado
HWB7		sísmico	hormigón armado
HWB12		convencional	acero
HWB17		convencional	hormigón presforzado
HWB19		sísmico	hormigón presforzado
HWB28			

***La celda vacía implica que la variable puede tomar cualquier valor.***

**Tabla N°4 – Clases de estructuras existentes en la ciudad de Quito  
(Clasificación HAZUS)**

Descripción de los tipos de puentes:

HWB3:	estructura de 1 solo vano, de diseño convencional, construido con cualquier material.
HWB4:	estructura de 1 solo vano, de diseño sismoresistente, construido con cualquier material
HWB5:	estructura de varios vanos, de diseño convencional, construido con hormigón armado.
HWB7:	estructura de varios vanos, de diseño sismoresistente, construido con hormigón armado.
HWB12:	estructura de varios vanos, de diseño convencional, construido con acero.
HWB17:	estructura de varios vanos, de diseño convencional, construido con hormigón presforzado.
HWB19:	estructura de varios vanos, de diseño sismoresistente, construido con hormigón presforzado.
HWB28:	cualquier otro puente con características distintas a las anteriores (construcción mixta y con más de un vano)

#### 3.1.4. Coeficientes de modificación de medianas

El coeficiente  $K_{3D}$  es un factor que modifica la capacidad bidimensional de las pilas para considerar una acción tridimensional de arco en el tablero. (Traducido del inglés que se indica a continuación)

*$K_{3D}$  is a factor that modifies the piers' 2-dimensional capacity allowing for 3-dimensional arch action in the deck.*

La ecuación para calcular el coeficiente  $K_{3D}$  es la siguiente:

$$K_{3D} = 1 + A / (N - B)$$

Donde N es el número de vanos, y A y B valores determinados según el tipo de puente como se muestra en la Tabla N°5.

CLASE	K <sub>3D</sub>	A	B	I <sub>shape</sub>
HWB3	EQ1	0	0	1
HWB4	EQ1	0	0	1
HWB5	EQ1	0,25	1	0
HWB7	EQ1	0,25	1	0
HWB12	EQ4	0,09	1	0
HWB14	EQ1	0,25	1	0
HWB17	EQ1	0,25	1	0
HWB19	EQ1	0,25	1	0
HWB28				

**Tabla N°5 – Parámetros que considerar para el cálculo de los coeficientes de modificación de medianas según el tipo de estructura**

I<sub>shape</sub> es un factor booleano que indica si se aplica o no el coeficiente K<sub>shape</sub>. Este coeficiente es un factor que modifica los casos de periodos de vibración bajos a una amplitud espectral equivalente correspondiente a un periodo T=1.0 segundos.

La ecuación para calcular el coeficiente K<sub>shape</sub> es la siguiente:

$$K_{shape} = 2.5 \times Sa(1.0 \text{ s}) / Sa(0.3 \text{ s})$$

Si el I<sub>shape</sub> es igual a cero, el factor que modifica las medianas de las funciones de daños correspondientes a un nivel ligero (factor<sub>slight</sub>) es igual a uno. Cuando I<sub>shape</sub> es igual a uno, este factor es igual al mínimo valor entre el coeficiente K<sub>shape</sub> y uno.

K<sub>skew</sub> es el coeficiente que considera el ángulo (α) entre el eje del apoyo y una perpendicular al eje de la vía. (Ver figura N°2 de la sección N°1 “Levantamiento de campo y variables recopiladas”)

La ecuación para calcular el coeficiente K<sub>skew</sub> es la siguiente:

$$K_{skew} = \sqrt{\text{sen}(90^\circ - \alpha)}$$

En la Tabla N°6, se muestran las medianas de una distribución de probabilidades lognormal correspondientes a una aceleración espectral de 1.0 segundo.

<b>CLASE</b>	<b>Ligero</b>	<b>Moderado</b>	<b>Extenso</b>	<b>Completo</b>
HWB3	0,8	0,9	1,1	1,6
HWB4	0,8	0,9	1,1	1,6
HWB5	0,26	0,35	0,44	0,65
HWB7	0,45	0,76	1,05	1,53
HWB12	0,26	0,35	0,44	0,65
HWB14	0,45	0,76	1,05	1,53
HWB17	0,26	0,35	0,44	0,65
HWB19	0,45	0,76	1,05	1,53
HWB28	0,8	0,9	1,1	1,6

**Tabla N°6 – Medianas de una distribución de probabilidades lognormal correspondientes a una aceleración espectral de 1.0 segundo**

Los coeficientes  $K_{3D}$  y  $K_{skew}$  modifican las medianas de las funciones de daños correspondientes a los niveles moderados, extensos y completos.

### 3.2. Escenarios sísmicos y comportamiento de los puentes

[Regreso contenido](#)

Se consideraron 4 tipos de sismo: ligero (PGA: 0.05g), moderado (PGA: 0.10g), severo (0.25g) y muy severo (0.4g). En las tablas N° 7a,b y N° 8a,b, se presentan las matrices de daño para los 4 tipos de sismo en función de la metodología presentada en la sección previa (sección 3.1).

clave	sismo ligero (PGA = 0.05g)					sismo moderado (PGA = 0.10g)				
	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
1	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
2	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
3	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	1%	0%	0%
4	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
5	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
6	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
7	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
8	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
9	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
10	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
11	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
12	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	1%	0%	0%
13	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
14	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
15	100%	0%	0%	0%	0%	90%	8%	1%	0%	0%
16	100%	0%	0%	0%	0%	90%	8%	1%	0%	0%
17	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
18	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
19	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
20	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
21	100%	0%	0%	0%	0%	86%	13%	1%	0%	0%
22	100%	0%	0%	0%	0%	86%	13%	1%	0%	0%
25	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
27	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
28	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
29	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
30	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	0%	0%	0%
31	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	0%	0%	0%
33	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
35	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
36	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
37	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
38	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
39	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	0%	0%	0%
40	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	1%	0%	0%
41	100%	0%	0%	0%	0%	90%	8%	1%	0%	0%
42	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	1%	0%	0%
43	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
44	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
45	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	1%	0%	0%

**Tabla N°7a – Matrices de daños para sismo ligero y moderado**

clave	sismo ligero (PGA = 0.05g)					sismo moderado (PGA = 0.10g)				
	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
46	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	0%	0%	0%
47	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	1%	0%	0%
48	100%	0%	0%	0%	0%	90%	8%	1%	0%	0%
49	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	1%	0%	0%
50	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
51	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
52	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
53	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
54	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
55	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
56	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
57	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
58	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
59	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
60	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
61	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
63	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
65	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
66	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
67	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
68	100%	0%	0%	0%	0%	86%	11%	2%	1%	0%
69	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
70	100%	0%	0%	0%	0%	90%	8%	1%	0%	0%
71	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
72	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
73	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
74	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
75	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
77	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
78	100%	0%	0%	0%	0%	90%	9%	1%	0%	0%
79	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
80	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
81	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
82	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
83	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%
84	100%	0%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	0%	0%

**Tabla N°7b – Matrices de daños para sismo ligero y moderado**

clave	sismo severo (PGA = 0.25g)					sismo muy severo (PGA = 0.40g)				
	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
1	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
2	32%	40%	16%	11%	2%	5%	22%	21%	34%	17%
3	16%	36%	21%	22%	6%	1%	11%	16%	37%	34%
4	32%	36%	17%	12%	2%	5%	19%	21%	35%	20%
5	34%	47%	11%	6%	1%	6%	33%	23%	28%	10%
6	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
7	96%	0%	2%	1%	0%	74%	1%	13%	11%	2%
8	99%	1%	0%	0%	0%	88%	5%	5%	2%	0%
9	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
10	99%	0%	0%	0%	0%	88%	4%	5%	3%	0%
11	32%	36%	17%	12%	2%	5%	19%	21%	35%	20%
12	16%	32%	22%	24%	7%	1%	9%	14%	37%	38%
13	32%	31%	19%	15%	3%	5%	15%	19%	37%	24%
14	32%	31%	19%	15%	3%	5%	15%	19%	37%	24%
15	16%	30%	22%	25%	8%	1%	8%	14%	37%	40%
16	16%	28%	22%	26%	8%	1%	8%	13%	36%	42%
17	99%	0%	1%	0%	0%	88%	0%	7%	4%	0%
18	32%	48%	12%	7%	1%	5%	32%	22%	29%	11%
19	32%	48%	12%	7%	1%	5%	32%	22%	29%	11%
20	34%	47%	11%	6%	1%	6%	33%	23%	28%	10%
21	11%	35%	22%	24%	7%	1%	9%	14%	37%	39%
22	11%	42%	21%	20%	5%	1%	13%	16%	37%	32%
25	98%	1%	1%	0%	0%	81%	8%	7%	4%	0%
27	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
28	96%	1%	2%	1%	0%	74%	4%	12%	9%	1%
29	32%	40%	16%	11%	2%	5%	22%	21%	34%	17%
30	16%	46%	19%	16%	3%	1%	17%	19%	37%	25%
31	16%	46%	19%	16%	3%	1%	17%	19%	37%	25%
33	98%	2%	0%	0%	0%	81%	12%	4%	2%	0%
35	32%	40%	16%	11%	2%	5%	22%	21%	34%	17%
36	99%	1%	0%	0%	0%	88%	5%	5%	2%	0%
37	34%	47%	11%	6%	1%	6%	33%	23%	28%	10%
38	34%	32%	18%	14%	2%	6%	17%	20%	36%	21%
39	16%	46%	19%	16%	3%	1%	17%	19%	37%	25%
40	16%	36%	21%	22%	6%	1%	11%	16%	37%	34%
41	16%	27%	22%	26%	9%	1%	7%	13%	36%	43%
42	16%	34%	22%	22%	6%	1%	11%	15%	37%	35%
43	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
44	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
45	16%	33%	22%	23%	7%	1%	10%	15%	37%	37%

**Tabla N°8a – Matrices de daños para sismo severo y muy severo**



clave	sismo severo (PGA = 0.25g)					sismo muy severo (PGA = 0.40g)				
	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
46	16%	45%	19%	17%	4%	1%	17%	19%	37%	26%
47	16%	36%	21%	22%	6%	1%	11%	16%	37%	34%
48	16%	26%	22%	27%	9%	1%	7%	12%	36%	44%
49	16%	36%	21%	22%	6%	1%	11%	16%	37%	34%
50	96%	1%	2%	1%	0%	74%	5%	12%	9%	1%
51	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
52	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
53	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
54	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
55	96%	1%	2%	1%	0%	74%	5%	12%	9%	1%
56	96%	2%	1%	0%	0%	74%	8%	10%	7%	1%
57	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
58	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
59	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
60	34%	33%	17%	13%	2%	6%	18%	21%	35%	20%
61	34%	38%	15%	11%	2%	6%	22%	22%	34%	17%
63	99%	1%	0%	0%	0%	88%	5%	5%	2%	0%
65	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
66	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
67	99%	0%	0%	0%	0%	88%	3%	6%	3%	0%
68	11%	22%	22%	31%	13%	1%	4%	9%	32%	53%
69	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
70	16%	30%	22%	25%	8%	1%	8%	14%	37%	40%
71	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
72	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
73	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
74	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
75	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
77	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
78	16%	41%	20%	19%	4%	1%	14%	17%	37%	30%
79	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
80	96%	2%	1%	0%	0%	74%	9%	10%	7%	1%
81	94%	3%	2%	1%	0%	66%	10%	13%	10%	2%
82	98%	2%	0%	0%	0%	81%	12%	4%	2%	0%
83	32%	31%	19%	15%	3%	5%	15%	19%	37%	24%
84	32%	33%	18%	14%	3%	5%	17%	20%	36%	22%

**Tabla N°8b – Matrices de daños para sismo severo y muy severo**

La Tabla N°9 muestra el número de estructuras correspondientes a la mayor probabilidad de sufrir un daño nulo, un daño entre ligero y moderado, y un daño entre extenso y completo en función de la gravedad del sismo.

TIPO DE DAÑO	sismo ligero		sismo moderado		sismo severo		sismo muy severo	
	n	%	n	%	n	%	n	%
sin daño	76	100%	76	100%	39	51%	39	51%
ligero + moderado	0	0%	0	0%	36	47%	5	7%
extenso + completo	0	0%	0	0%	1	1%	32	42%

n = número de estructuras

% = porcentaje sobre el número total

**Tabla N°9 – Número de estructuras correspondientes a la mayor probabilidad de sufrir los diferentes tipos de daño según el sismo**

Según la metodología utilizada, lo más probable es que en el caso de sismos ligeros y moderados no se genere daños en los puentes.

Para un sismo severo ( $PGA = 0.25g$ ), lo más probable es que el 51% de las estructuras no presente daños, un 47% presente daños ligeros o moderados, y una única obra presente daños extensos o completos.

Como es lógico los mayores daños serían asociados a un sismo muy severo ( $PGA = 0.40g$ ), en el cual lo más probable es que un 42% del total de las estructuras presente daños extensos o completos. Además, un 7% de las obras presentarían daños entre ligeros o moderados.

Lo más probable es que un 51% de las estructuras analizadas no presenten daños ante un sismo, aunque éste sea muy severo, lo que muestra un relativo grado de resiliencia para dichas obras.

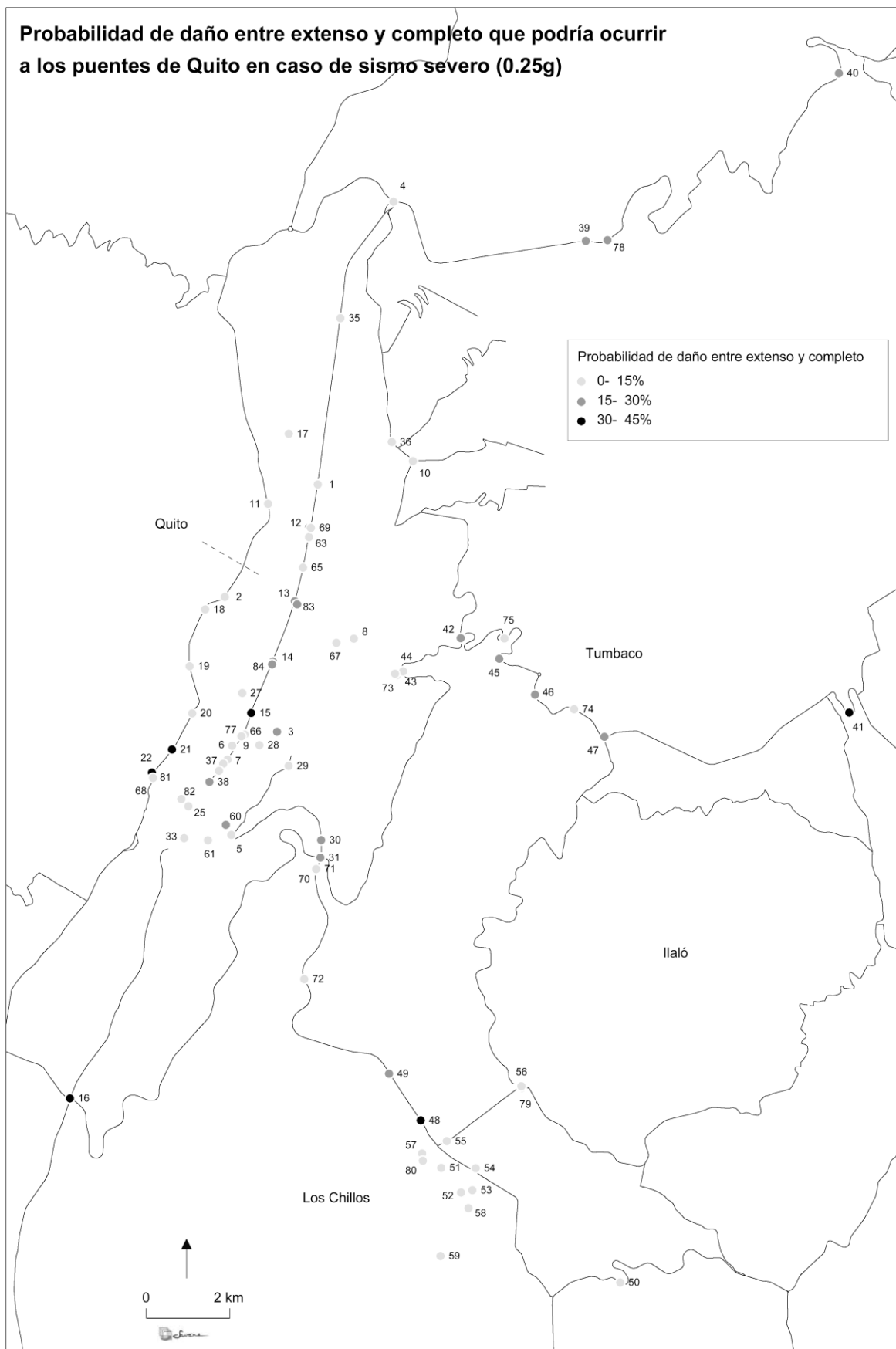
En los Mapas N°4 y N°5 se representan las probabilidades de daño entre extenso y completo que podrían sufrir las estructuras para un sismo severo ( $PGA = 0.25g$ ), y un sismo muy severo ( $PGA = 0.4g$ ).

En caso de sismo severo ( $PGA = 0.25g$ ), 48 estructuras tienen entre 0 y 15% de probabilidad de sufrir daños entre extensos y completos, 19 estructuras tienen entre 15 y 30% de probabilidad de sufrir daño de igual gravedad y finalmente 9 estructuras tienen entre 30 y 45% de probabilidad de sufrir daños de misma intensidad.

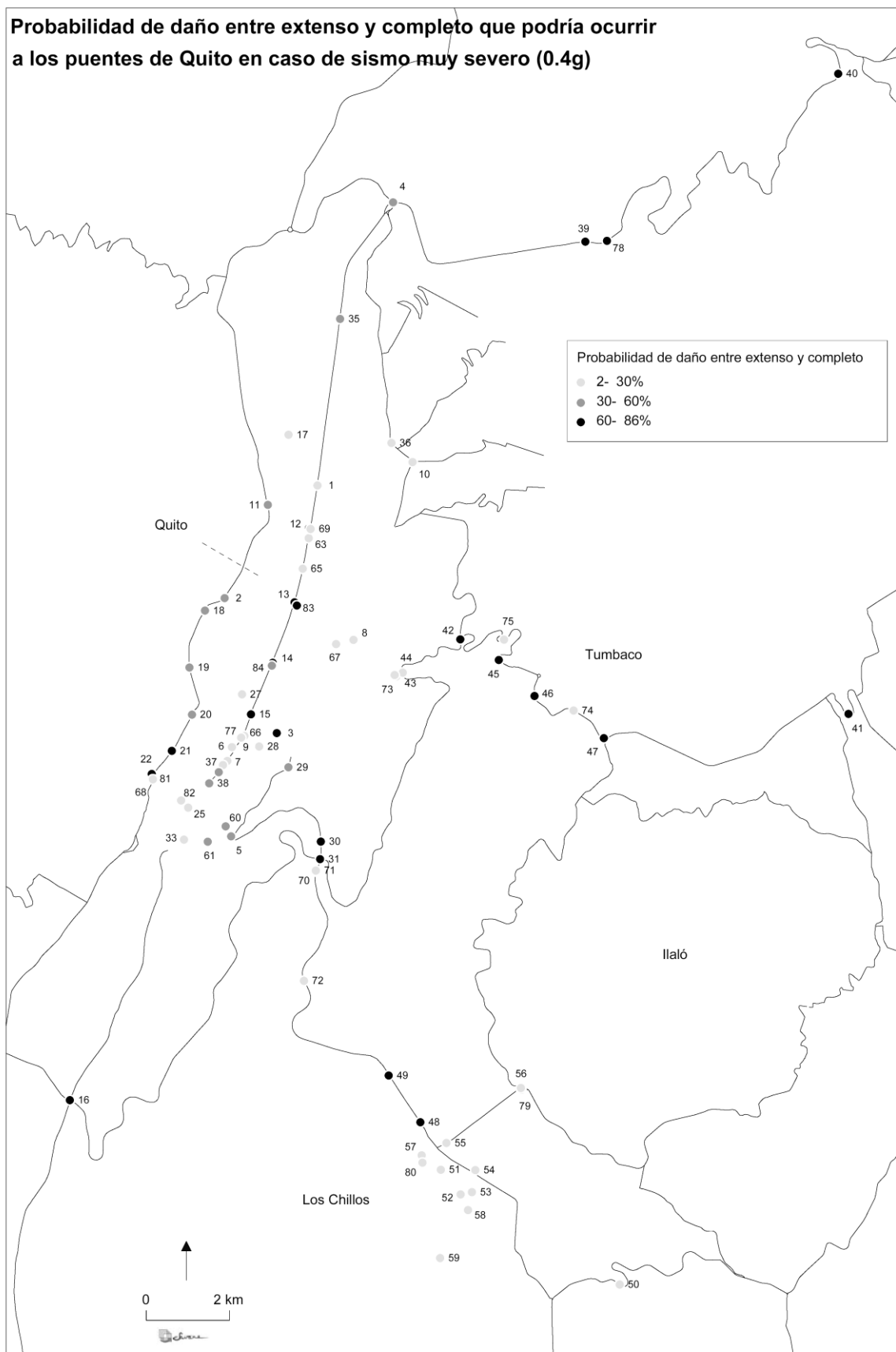
En caso de sismo muy severo ( $PGA = 0.4g$ ), 39 estructuras tienen entre 2 y 30% de probabilidad de sufrir daños entre extensos y completos, 14 estructuras tienen entre 30 y 60% de probabilidad de sufrir daño de igual gravedad y finalmente 23 estructuras tienen entre 60 y 86% de probabilidad de sufrir daños de misma intensidad. Esas últimas 23 obras con mayor probabilidad de sufrir mayores daños se indican en la Tabla N°10.

clave	Probabilidad de sufrir daños entre extenso y completo en caso de sismo muy severo (0,4g)	ubicación
68	85%	Puente peatonal San Roque
48	79%	Autopista Ruminahui (Rio San Pedro) Los Chillos
41	79%	Interoceanica (Rio Chiche)
16	78%	Maldonado y Nueva Oriental (Plywood)
15	76%	10 de Agosto y Patria (El Guambra)
70	76%	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui
21	76%	Occidental (El Tejar)
12	75%	Inicio del La Prensa y America (La Y)
45	74%	Interoceanica (Rio Machangara)
42	73%	Interoceanica y Nueva Oriental (Cumbaya)
3	72%	Patria y 12 de Octubre
40	72%	Panamericana Norte (Rio Guayllabamba)
47	72%	Interoceanica (Rio San Pedro) antes del Club El Nacional
49	72%	Autopista Rumiñahui Entrada a Conocoto
22	70%	Occidental y 24 de Mayo (San Roque)
78	67%	PanaNorte junto a la tenencia política
46	63%	Circunvalacion Cumbaya (Entrada San Juan Bautista)
30	62%	Autp Ruminahui (antes del intercambiador con Nueva Oriental)
31	62%	Autopista Ruminahui y Nueva Oriental
39	62%	PanaNorte a llegar a Calderón (junto al cementerio)
13	60%	10 de Agosto y Republica (Recta)
14	60%	10 de Agosto y Eloy Alfaro
83	60%	10 de Agosto y República (Curvo)

**Tabla N°10 – Obras con probabilidad más alta de sufrir mayores daños**



**Mapa N°4 – Suma de probabilidades de daño extenso y completo para un sismo severo**



**Mapa N°5 – Suma de probabilidades de daño extenso y completo para un sismo muy severo**

## 4. ANALISIS DE LOS EFECTOS INDUCIDOS POR LOS DAÑOS EN LOS PUENTES OCASIONADOS POR UN SISMO MUY SEVERO

[Regreso contenido](#)

**Advertencia:** la siguiente sección describe los posibles impactos sobre la movilidad urbana debidos a los daños en los puentes ocasionados por un sismo muy severo ( $PGA = 0.4g$ ). Esta descripción está concebida para utilizarse en ejercicios de planificación y de preparación, y para mejorar la concientización sobre el riesgo sísmico de Quito. Los autores, asesores y otros colaboradores de este estudio no son responsables de su utilización más allá de estos propósitos.

Se recuerda que existen sesgos e incertidumbres a cada etapa de la evaluación de la vulnerabilidad de los puentes, que se maneja probabilidades para medir los daños esperados y que los sismos son fenómenos aleatorios con características muy singulares cuyas repercusiones no son conocidas con alta precisión en la ciudad de Quito. Por lo cual además de ser subjetiva y necesariamente incompleta la estimación de las consecuencias de la caída o del daño de las infraestructuras sobre las dinámicas urbanas no puede ser más que una aproximación de la realidad.

### 4.1. Metodología de análisis

Como se lo mencionó previamente en el documento, la filosofía general de esa investigación se base en la idea simple de que, para ser eficaz, una política de prevención de riesgos primeramente debe dedicarse a proteger los elementos que a la vez (1) son esenciales en el sistema territorial, (2) están sometidos a fuertes peligros naturales y (3) son vulnerables. Esto es tanto más cierto cuanto que no existe política de prevención eficaz que pueda cubrir de manera exhaustiva todos los aspectos de un territorio. Es entonces lógico, en primer lugar, plantearse las siguientes preguntas: ¿cuáles son las obras viales del sistema metropolitano cuya pérdida sería más perjudicial para el conjunto de la población? ¿cuáles son las infraestructuras que se quiere preservar a toda costa?

#### 4.1.1. Identificación de las obras viales esenciales

Para identificar las obras de mayor interés para la movilidad urbana y el funcionamiento de la ciudad, se escogió 8 variables tanto cuantitativas, cualitativas como espaciales que se tiene disponibles al momento de redactar estas líneas y que resultan de un trabajo previo de recopilación de datos llevado a cabo desde el año 2000 por parte del IRD en colaboración con el MDMQ.

A continuación, se describen estas variables que fueron constituidas a partir de 8 preguntas:

### **Situación de la obra en la jerarquía vial metropolitana y en la estructuración del transporte capitalino**

[Regreso contenido](#)

- ¿Se encuentra la obra sobre una vía metropolitana estructurante?
- ¿Se encuentra la obra sobre una vía urbana principal?
- ¿Se encuentra la obra a lo largo del recorrido del trolebús?
- ¿Se encuentra la obra en un corredor de transporte colectivo?

Dar respuestas a esas preguntas fue posible gracias un análisis previo de la jerarquía vial y a la estructuración del transporte<sup>4</sup>. Brevemente, se describe cada una de esas 4 primeras variables.

Se entiende por vía metropolitana estructurante:

- los accesos al DMQ<sup>5</sup>
- las vías de conexión con los sectores suburbanos circundantes<sup>6</sup>
- la perimetral metropolitana<sup>7</sup>
- el anillo urbano<sup>8</sup>
- las vías centrales de entrada a la urbe<sup>9</sup>

Las vías urbanas principales son aquellas que corresponden a los siguientes criterios: denominada como avenida y/o asfaltada y/o con por lo menos 4 carriles y/o que permiten el acceso a una urbanización o a un sector de la ciudad y/o que corresponden a los corredores principales de transporte público.

Se consideró también el corredor del trolebús como esencial para la transportación capitalina. En efecto, el sistema trole es parte de una red integrada que transporta de manera rápida a 210.000 usuarios diarios en carril exclusivo. En fin, se consideró los principales corredor de transporte colectivo con más de 20 líneas de bus (sumando los recorridos ida y regreso). El transporte colectivo es fundamental para los capitalinos ya que el 82 % de los viajes diarios motorizados se realizan mediante este sistema.

### **Uso y función de la obra**

- ¿Es la obra única o indispensable?
- ¿Permite la obra acceder a la ciudad consolidada de Quito, a centralidades?
- ¿Permite la obra realizar conexiones importantes (otras que nexos locales)?
- ¿Es la obra un intercambiador?

---

<sup>4</sup> IRD/MDMQ, 2002

<sup>5</sup> Panamericana Sur, Panamericana Norte, Interoceánica y Carretera Noroccidental

<sup>6</sup> Autopista Rumiñahui, Interoceánica, Panamericana Norte entre Calderón y Carcelén, Autopista Manuel Córdoba Galarza hasta La Mitad del Mundo

<sup>7</sup> desde Amaguaña hasta El Quinche

<sup>8</sup> Nueva Occidental, Mariscal Sucre, Nueva Oriental, Avenidas Morán Valverde y Eloy Alfaro en su tramo Norte

<sup>9</sup> Avenidas Galo Plaza Lasso, 10 de Agosto al Norte y Pedro Vicente Maldonado al Sur

La primera pregunta pretende determinar si la obra considerada es indispensable en el sentido en que su destrucción causaría una ruptura grave de acceso o desvíos considerables.

La segunda pregunta pretende determinar si la obra se ubica en la red de tal manera que permita el acceso de forma general a la ciudad de Quito, lugar de concentración de funciones urbanas (empleos, escuelas...), o a centralidades tales como el centro histórico de Quito (considerando una escala menor).

La tercera pregunta pretende determinar si la obra tiene una utilidad que va más allá de simples nexos locales, es decir si tiene un papel estratégico al nivel metropolitano (vínculos de un extremo de la ciudad al otro, o con los sectores suburbanos).

La última pregunta (tipo de obra) pretende determinar la importancia en cuanto a alternativas que permite realizar la obra. Un intercambiador es generalmente de gran tamaño y permite vincular varias vías entre sí y repartir el tráfico en todas las direcciones o en la mayoría de ellas.

La Tabla N°11 sintetiza las 8 variables. Se hizo una valoración sin ponderación ninguna mediante el uso de un indicador booleano. Se puso el valor “1” cuando la obra corresponde al caso y el valor “0” cuando no cumple con los requisitos de la pregunta.

Se sumaron los valores respectivos de cada variable y las 40 obras que cuentan con un total comprendido entre 4 y 7 fueron consideradas como esenciales (en gris). Ninguna obra cuenta con el total máximo hipotético de 8.



	1	2	3	4	5	6	7	8	
clave	puentes sobre vías metropolitanas estructurantes	puentes sobre vías urbanas principales	puentes sobre el corredor del trolebús	puentes sobre un corredor de transporte colectivo	unico, indispensable?	acceso a la ciudad consolidada de Quito o a centralidades	conexiones importantes (otras que nexos locales)	intercambiador?	TOTAL
20	1	1	0	1	1	1	1	1	7
21	1	1	0	1	1	1	1	1	7
42	1	1	0	1	1	1	1	1	7
65	1	1	1	0	1	1	1	1	7
1	1	1	0	1	1	0	1	1	6
4	1	1	0	0	1	1	1	1	6
5	0	1	0	1	1	1	1	1	6
6	1	1	1	1	1	0	1	0	6
7	1	1	1	1	1	0	1	0	6
14	1	1	1	0	1	1	1	0	6
15	1	1	1	1	1	0	1	0	6
16	1	1	0	1	1	1	1	0	6
22	1	1	0	1	1	1	1	0	6
31	1	1	0	0	1	1	1	1	6
38	1	1	0	1	1	1	1	0	6
63	1	1	1	1	1	0	1	0	6
69	1	1	1	1	1	0	1	0	6
84	1	1	1	0	1	1	1	0	6
25	0	1	1	0	1	1	1	0	5
27	0	1	0	1	1	0	1	1	5
33	0	1	1	0	1	1	1	0	5
44	1	1	0	0	1	1	1	0	5
60	0	1	0	1	1	1	1	0	5
2	1	1	0	0	0	1	1	1	5
11	1	1	0	0	0	1	1	1	5
12	1	1	1	1	0	0	1	0	5
81	1	1	0	1	0	1	1	0	5
29	0	1	0	0	1	1	1	0	4
37	0	0	0	1	1	1	1	0	4
40	1	1	0	0	1	0	1	0	4
41	1	1	0	0	1	0	1	0	4
45	1	1	0	0	1	0	1	0	4
47	1	1	0	0	1	0	1	0	4
48	1	1	0	0	1	0	1	0	4
50	1	1	0	0	1	0	1	0	4
56	1	1	0	0	1	0	1	0	4
74	1	1	0	0	1	0	1	0	4
3	0	1	0	1	0	0	1	1	4
35	1	1	0	0	0	1	1	0	4
13	1	1	1	0	0	0	0	0	3
10	1	1	0	0	0	0	1	1	4
66	1	1	1	0	0	0	0	0	3
72	1	1	0	0	0	0	0	1	3
17	0	1	0	1	0	0	1	0	3
79	1	1	0	0	0	0	1	0	3
82	0	1	0	0	0	1	1	0	3
8	0	1	0	0	0	0	1	0	2
18	1	1	0	0	0	0	0	0	2
19	1	1	0	0	0	0	0	0	2
28	0	1	0	1	0	0	0	0	2
30	1	1	0	0	0	0	0	0	2
36	1	1	0	0	0	0	0	0	2
39	1	1	0	0	0	0	0	0	2
43	0	0	0	0	0	1	1	0	2
46	1	1	0	0	0	0	0	0	2
49	1	1	0	0	0	0	0	0	2
55	1	1	0	0	0	0	0	0	2
61	0	1	0	1	0	0	0	0	2
67	0	1	0	1	0	0	0	0	2
70	1	1	0	0	0	0	0	0	2
71	1	1	0	0	0	0	0	0	2
73	0	0	0	0	0	1	1	0	2
75	1	1	0	0	0	0	0	0	2
77	0	0	1	1	0	0	0	0	2
78	1	1	0	0	0	0	0	0	2
57	0	0	0	0	0	0	1	0	1
68	0	0	0	1	0	0	0	0	1
83	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla N°11 – Valoración y determinación de los puentes esenciales a partir de las ocho variables consideradas**

#### 4.1.2. Probabilidades de daño ocasionado por un sismo muy severo (0.4g) en las obras esenciales

Se escoge el caso más pesimista, es decir las obras que son a la vez esenciales y susceptibles de sufrir daños entre extenso y completo con una probabilidad superior a un 60% (Véase Tabla N°12, Anexo 1). Se identifica 14 obras en esa situación.

clave	Ubicación	Indice de identificación de las obras esenciales	Probabilidades de sufrir daños entre extenso y completo en caso de sismo muy severo
3	Patria y 12 de Octubre	4	72%
12	Inicio del La Prensa y America (La Y)	5	75%
14	10 de Agosto y Eloy Alfaro	6	60%
15	10 de Agosto y Patria (El Guambra)	6	76%
16	Maldonado y Nueva Oriental (Plywood)	6	78%
21	Occidental (El Tejar)	7	76%
22	Occidental y 24 de Mayo (San Roque)	6	70%
31	Autopista Ruminahui y Nueva Oriental	6	62%
40	Panamericana Norte (Rio Guayllabamba)	4	72%
41	Interoceanica (Rio Chiche)	4	79%
42	Interoceanica y Nueva Oriental (Cumbaya)	7	73%
45	Interoceanica (Rio Machangara)	4	74%
47	Interoceanica (Rio San Pedro) antes del Club El Nacional	4	72%
48	Autopista Ruminahui (Rio San Pedro) Los Chillos	4	79%

**Tabla N°12 – Estructuras esenciales susceptibles de sufrir mayores daños en caso de sismo muy severo**

#### 4.1.3. Repercusiones posibles en cuanto a movilidad

[Regreso contenido](#)

Nota: la ocurrencia de un sismo va a afectar al funcionamiento general de la ciudad, es decir las principales dinámicas observadas en tiempo habitual ya no valdrán después de un sismo. Eso implica por ejemplo que los ejes más transitados en tiempo normal tal vez ya no lo serán después del terremoto, siendo diferentes las prioridades de la población. En la presente sección se describe de manera esquemática algunos de los posibles disfuncionamientos en cuanto a movilidad inducidas por la ruptura de las obras esenciales inmediatamente después de un sismo muy severo. Estamos conscientes de que no es más que una visión parcial ya que los terremotos tienen otros impactos en especial sobre las vías tales como los daños a la calzada y que la caída de arboles y de elementos de edificios adyacentes también pueden imposibilitar los desplazamientos.

#### Acceso al distrito y a la ciudad de Quito

La zona del estudio abarca el Distrito Metropolitano de Quito, por lo cual no se consideraron los puentes que se encuentran fuera de esa zona. No se descarta que la ruptura de una infraestructura en los cantones vecinos pueda afectar las condiciones de acceso al distrito, pero esa cuestión no se la tratará en el presente documento. El Distrito Metropolitano de Quito cuenta con 4 accesos principales (Véase Mapa N°6). Esos itinerarios periféricos quedarían funcionales sin aparente restricción. En cambio, sobre los 5 ejes (A, B, C, D, E) que

permiten conectar la ciudad de Quito con las parroquias suburbanas, 4 correrían el peligro de resultar parcial o completamente cerrados en caso de sismo muy severo. El único que quedaría totalmente habilitado sería el acceso norte por Los Bancos y La Mitad del Mundo (A) que en tiempo normal no es de mayor importancia pero que podría servir en periodo de crisis para abastecer Quito en productos costeros (arroz, aceite, verduras, frutas, mariscos, avena...).

La destrucción del puente ubicado sobre el río Guayllabamba en la Panamericana Norte (40) causaría la ruptura del acceso nororiental. La otra alternativa posible, es decir pasando por El Quinche, Pifo y Tumbaco, también estaría fuera de servicio debido a la destrucción del puente del Río Chiche (41). Es decir, las conexiones con Imbabura, Carchi y Colombia serían probablemente suspendidas. Significaría una grave perturbación de la comercialización muy lucrativa de flores mayoritariamente producidas en los sectores orientales del Distrito Metropolitano de Quito y en el cantón Cayambe, y exportadas vía aérea desde el aeropuerto Mariscal Sucre ubicado en Quito. También bloquearía parcialmente el abastecimiento de Quito en productos alimenticios producidos en el Norte del país (papas) y en el Oriente amazónico (frutas).

Las vías de comunicación D y E, parcialmente funcionales con restricción o de capacidad reducida resultarían los únicos accesos posibles a la ciudad para los flujos procedentes del Norte, del Oriente y del Sur. Las comunicaciones entre Quito y las áreas geográficas del Norte y del Oriente implicarían la circunvalación por el este y por el Sur del cerro Ilaló.

La destrucción del puente 16 ubicado en el acceso sur (Panamericana Sur) a la entrada de Quito (que es también el límite sur del distrito) afectaría el eje de mayor importancia en tiempo normal para el abastecimiento de la ciudad (el 70% de las variedades de los productos de consumo masivo tales como los alimentos, la ropa, llega a Quito por la Panamericana Sur) y para el transporte interprovincial de personas (más de 40.000 personas diarias transitan por este eje en transporte colectivo). Sin embargo, a pesar de no ser asfaltada existe una alternativa vial que permitiría evitar esa intersección neurálgica dañada (pasando por Guamaní, por la prolongación sur de la Avenida Mariscal Sucre).

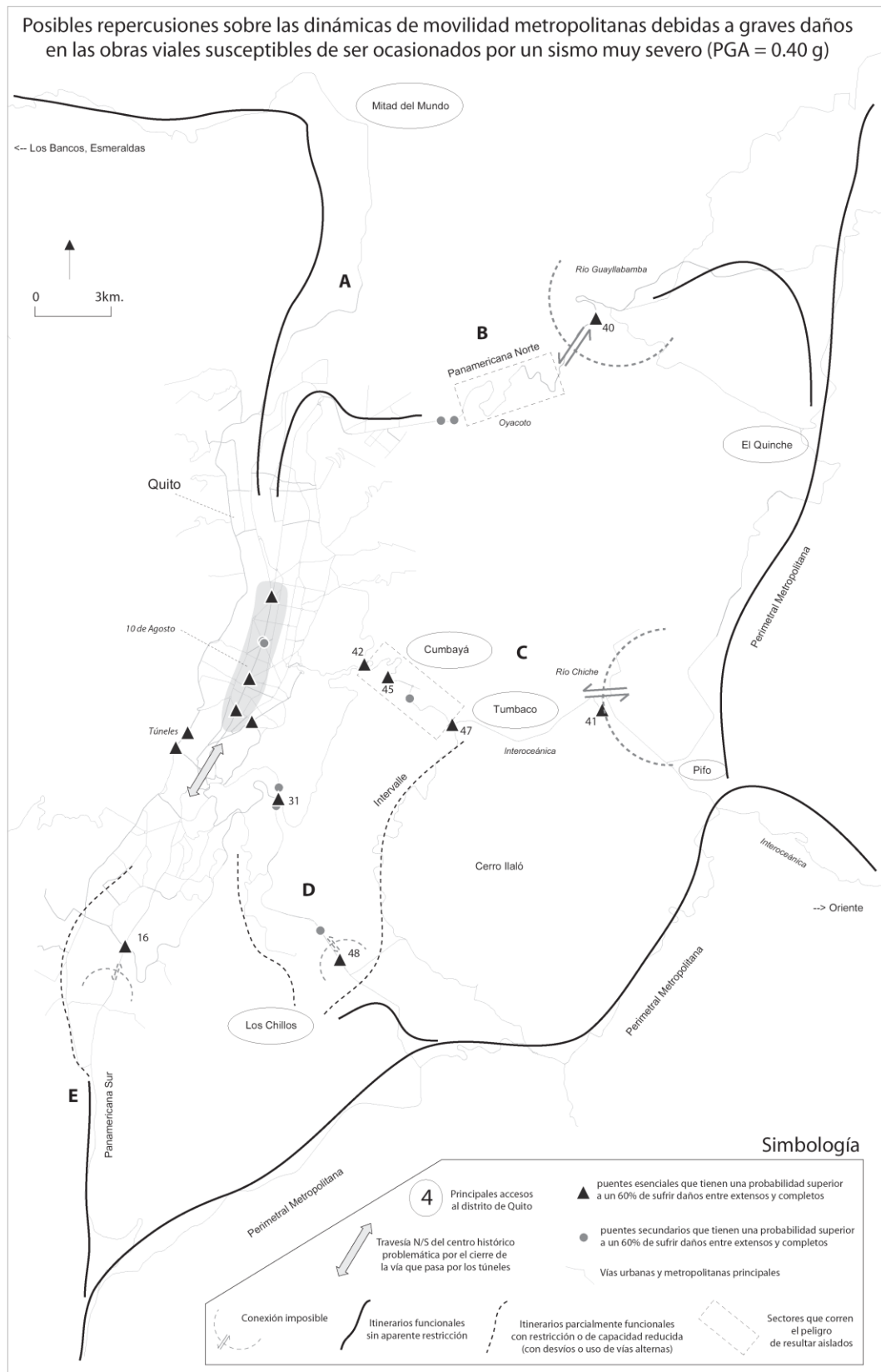
### Peligro de aislamiento

Los movimientos pendulares con los valles de Cumbayá Tumbaco y de Los Chillos cuya importancia no es despreciable en tiempo normal serían interrumpidos con la destrucción muy probable de los puentes 42, 45, 47, 41 y 31, 48 respectivamente, siendo las obras 42 y 31 puntos esenciales de entrada a Quito. Cabe notar que Cumbayá resultaría aislada de Quito y del resto del distrito. En cambio, los moradores de Tumbaco tendrían la posibilidad de comunicarse con el valle de Los Chillos por la Intervalle. Los moradores de Los Chillos tendrían una alternativa para acceder a Quito mediante la antigua vía a Conocoto. Sin embargo, su capacidad es limitada y no podría sustituir la autopista Rumiñahui por la cual transitan habitualmente más de 15.000 vehículos diarios.

### Circulación intraurbana

El eje probablemente más afectado, es decir el que contaría con los mayores daños en obras esenciales sería el eje de la Avenida 10 de Agosto, por lo cual circulan diariamente más de 30.000 vehículos en los tramos más cargados y que corresponde al recorrido del trolebús, medio de transporte fundamental utilizado por más de 210.000 pasajeros diarios.

Las conexiones urbanas norte/sur también resultarían difíciles con el cierre de la Avenida Mariscal Sucre en el sector de los túneles por donde pasan más de 35.000 vehículos cada día. Eso implicaría la travesía del centro histórico por el único otro itinerario posible (La Marín) que ya habitualmente está totalmente congestionado.



**Mapa N°6 – Posibles repercusiones sobre las dinámicas de movilidad metropolitanas debidas a graves daños en las obras viales ocasionados por un sismo muy severo**

## 4.2. Perspectivas de investigación

[Regreso contenido](#)

- Integrar la base de datos georeferenciada y la metodología de análisis de vulnerabilidad sísmica de los puentes en el paquete RISMIC, para establecer escenarios para un sismo específico dadas su magnitud, profundidad y ubicación del epicentro.
- Ampliar este tipo de análisis a túneles, puentes peatonales, terminales de transporte y otros equipamientos del Distrito Metropolitano de Quito.
- Evaluar los daños asociados a la reactivación de las fallas geológicas. Una tesis intitulada “Relación entre la tectónica y la Erosión en el borde oriental de la cuenca de Quito” defendida en el 2002 por Cristina Elizabeth Correa House (Universidad Central del Ecuador - Facultad De Ingeniería en Geología y Minas - Petroleros Ambientales) constituye un punto de partida. Este trabajo muestra que existen en fallas activas potencialmente muy peligrosas.
- Analizar los puentes que se encuentran en cantones vecinos y cuya destrucción podría afectar el acceso al distrito.
- Profundizar la identificación y caracterización de los rellenos de quebradas en la ciudad de Quito, así como de los tipos de suelo de las zonas suburbanas del distrito.
- Sistematización de la adaptación de la metodología HAZUS para la ciudad de Quito mediante el diseño de un paquete informático.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

[Regreso contenido](#)

- Applied Technology Council, "Seismic Vulnerability and Impact of Disruption of Lifelines in the Conterminous United States", ATC-25, Redwood City, CA, Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1991.
- CHATELAIN J-L, et al., "Projet pilote de scénario sismique à Quito: méthodes et résultats", in Bulletin de l'IFEA, 1996
- Escuela Politécnica Nacional - GeoHazards International – MDMQ – ORSTOM - OYO Corporation, "Proyecto para manejo del riesgo sísmico de Quito – Síntesis", 1995.
- IRD/MDMQ, "Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito", bajo la dirección de Robert D'Ercole y Pascale Metzger, Colección, Quito Metropolitano, 2002.
- YEPEZ F., "Últimos avances en la evaluación del riesgo sísmico de Quito y futuros proyectos de mitigación", Memorias del seminario "Gestión de riesgos y prevención de desastres", FLACSO, COOPI, 2001
- Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, Revista SIGMA, Edición especial "Código Ecuatoriano de la Construcción, Capítulo 1", novena edición, noviembre 1999.
- ALARCÓN F. VALVERDE J. FERNÁNDEZ J. YÉPEZ F. "Modelación de la respuesta dinámica de los perfiles representativos de suelo de la zonificación de Quito", XIV Jornadas Nacionales de Ingeniería Estructural, Cuenca, Junio 2001.
- PONCE F., "Informe sobre la vulnerabilidad estructural y el pronóstico de daños de los puentes en la ciudad de Quito", Proyecto para manejo del riesgo sísmico de Quito, 1995.

Sitio Internet consultado:

[www.fema.gov/hazus/download.htm](http://www.fema.gov/hazus/download.htm)

## 6. AGRADECIMIENTOS

[Regreso contenido](#)

- Arq. Nury Bermúdez, Responsable de la Unidad de Estudios e Investigación, Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda
- Dr. Fabricio Yépez, Profesor, Facultad de Ingeniería Civil – EPN
- Ing. Jorge Valverde, Profesor Principal en la Facultad de Ingeniería Civil - EPN
- Ing. Freddy Ponce, Profesor, Facultad de Ingeniería Civil – EPN
- Ing. Gustavo Barahona, Profesor, Facultad de Ingeniería Civil – EPN
- Arq. Hidalgo Núñez, Director Metropolitano de Transporte y Vialidad

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Mapa N°1	Peligro sísmico – Código Ecuatoriano de la Construcción 2000
Mapa N°2	Ubicación de los puentes y vías principales
Mapa N°3	Infraestructuras construidas sobre relleno
Mapa N°4	Suma de probabilidades de daño extenso y completo para un sismo severo
Mapa N°5	Suma de probabilidades de daño extenso y completo para un sismo muy severo
Mapa N°6	Posibles repercusiones sobre las dinámicas de movilidad metropolitanas debidas a graves daños en las obras viales ocasionados por un sismo muy severo
Tabla N°1a,b	Año de construcción de los puentes
Tabla N°2a,b,c,d	Datos de los puentes obtenidos con el levantamiento de campo
Tabla N°3	Estructuras ubicadas a menos de 50 metros de un antiguo relleno de quebrada
Tabla N°4	Clases de estructuras existentes en la ciudad de Quito (Clasificación HAZUS)
Tabla N°5	Parámetros que considerar para el cálculo de los coeficientes de modificación de medianas según el tipo de estructura
Tabla N°6	Medianas de una distribución de probabilidades lognormal correspondientes a una aceleración espectral de 1.0 segundo
Tabla N°7a,b	Matrices de daños para sismo ligero y moderado
Tabla N°8a,b	Matrices de daños para sismo severo y muy severo
Tabla N°9	Número de estructuras correspondientes a la mayor probabilidad de sufrir los diferentes tipos de daño según el sismo
Tabla N°10	Obras con probabilidad más alta de sufrir mayores daños
Tabla N°11	Valoración y determinación de los puentes esenciales a partir de las ocho variables consideradas
Tabla N°12	Estructuras esenciales susceptibles de sufrir mayores daños en caso de sismo muy severo
Gráfico N°1	Espectro sísmico elástico de diseño CEC-2000



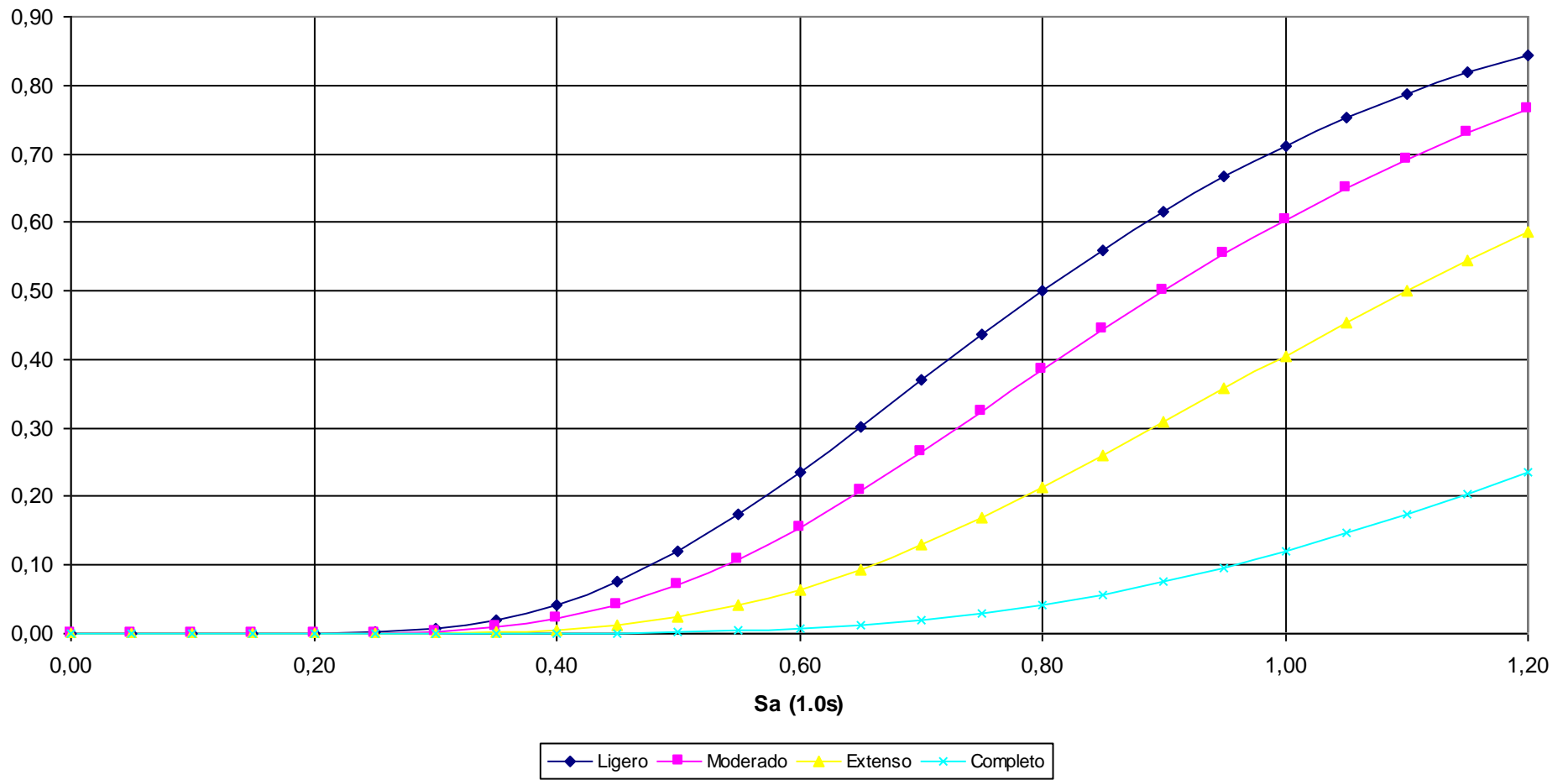
## **ANEXO 1**

### **TABLAS Y GRAFICOS**

- Curvas de fragilidad
- Gráficos de probabilidad de daño en las estructuras esenciales según el sismo
- Clasificación de los suelos CEC-2000 y factores para el espectro elástico según el tipo de suelo
- Cálculo del valor de PGA que provocaría los daños más graves para cada obra
- Detalle del cálculo de las matrices de daño según el tipo de sismo

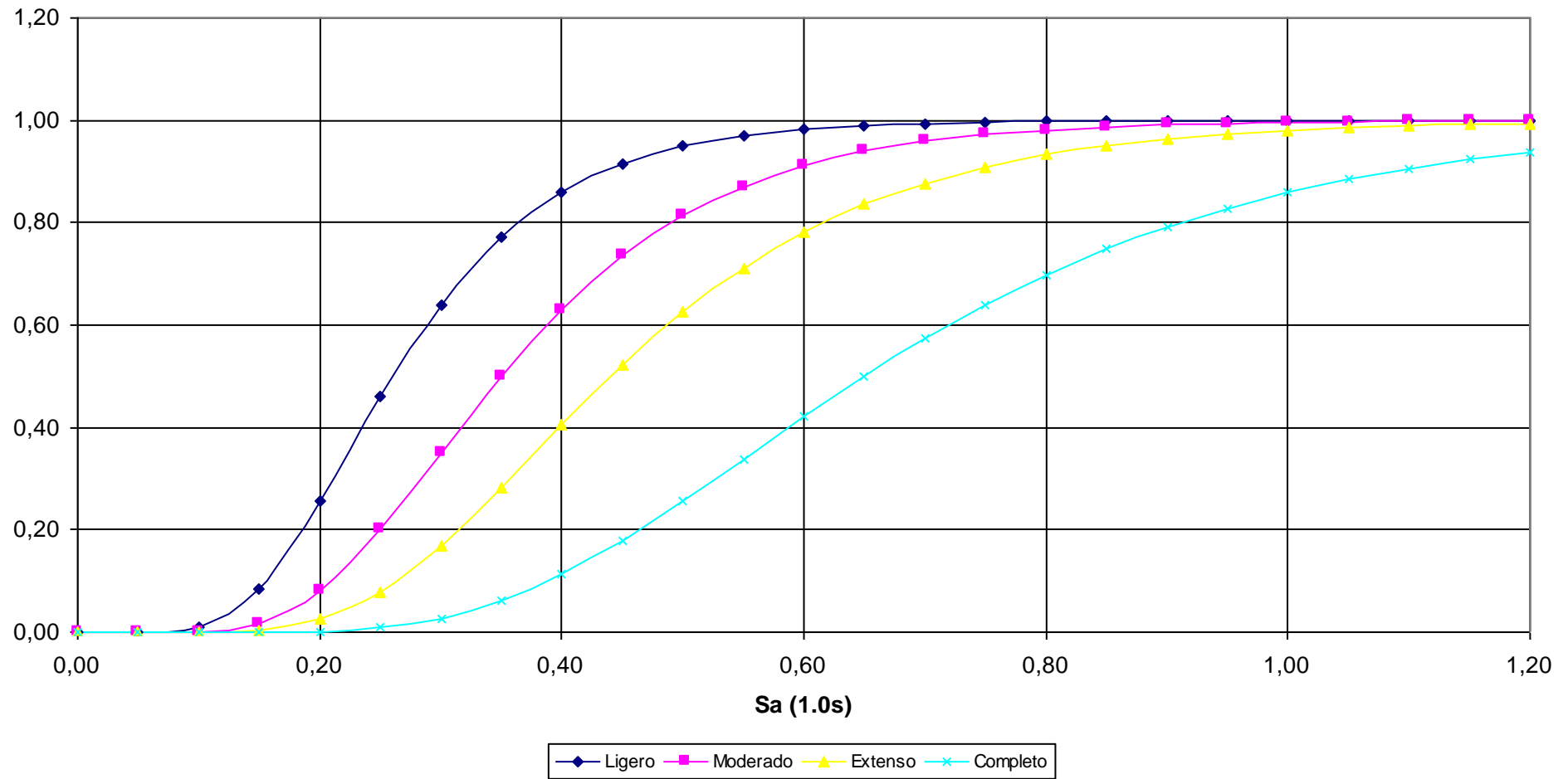
# CURVAS DE FRAGILIDAD

HWB3, HWB4, HWB28



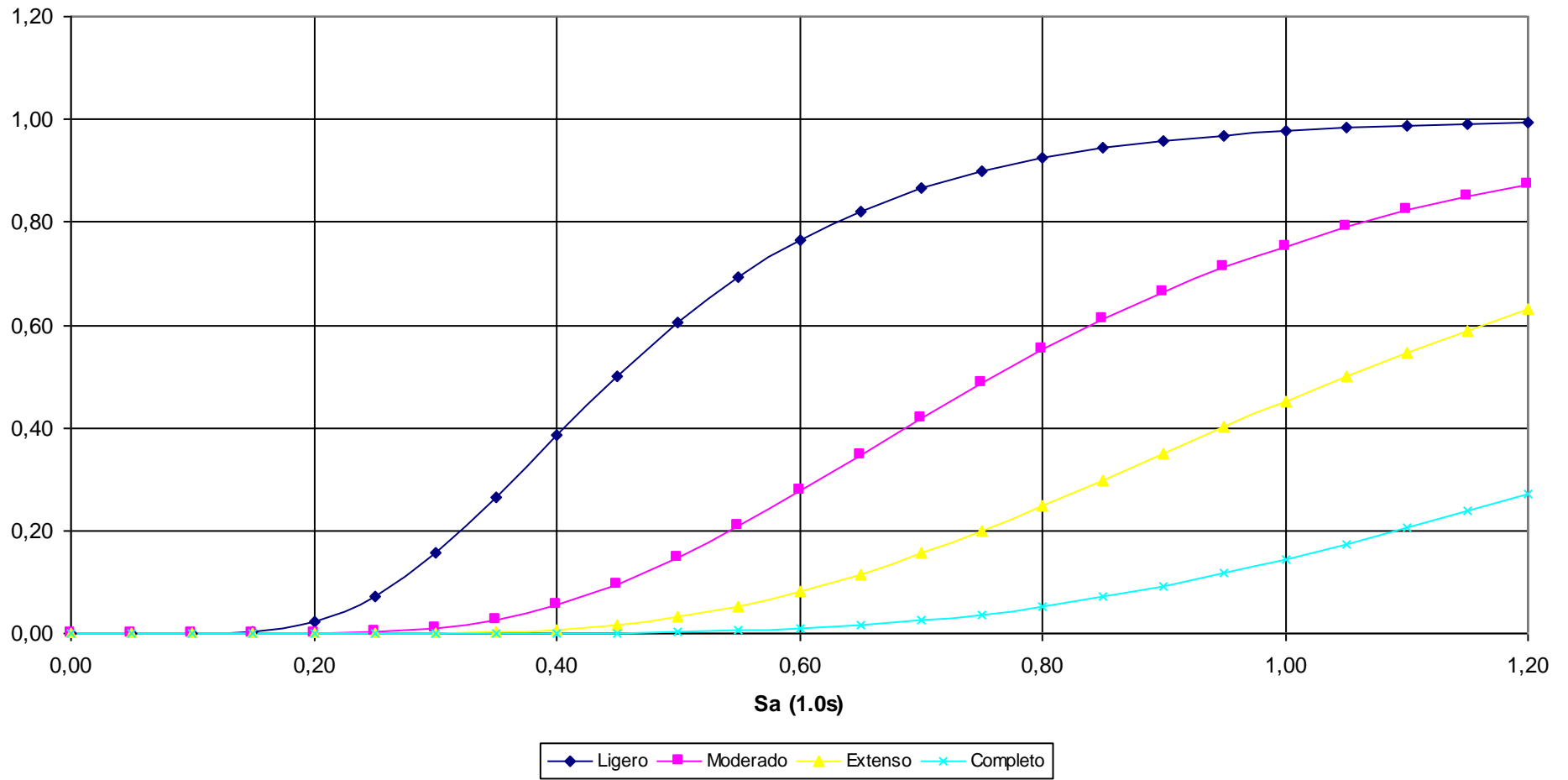
# CURVAS DE FRAGILIDAD

HWB5, HWB12, HWB17

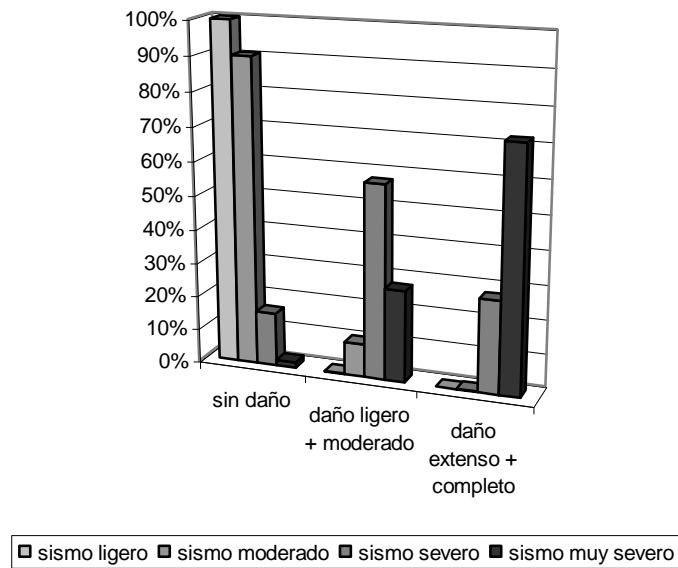


# CURVAS DE FRAGILIDAD

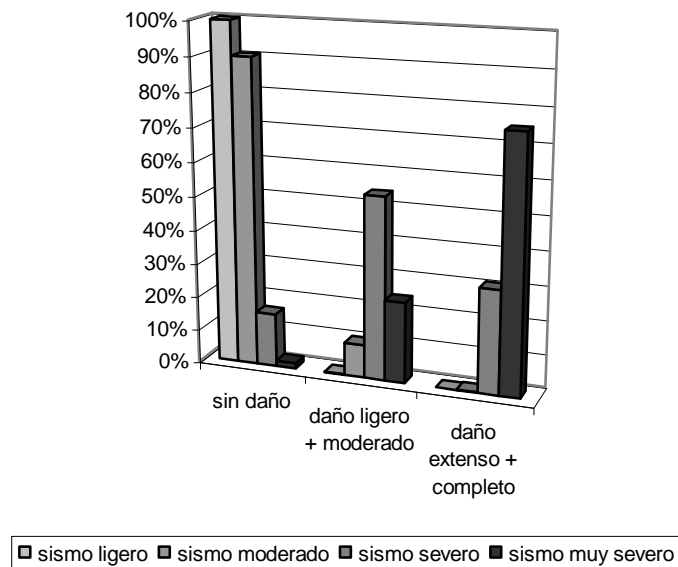
HWB7, HWB14, HWB19



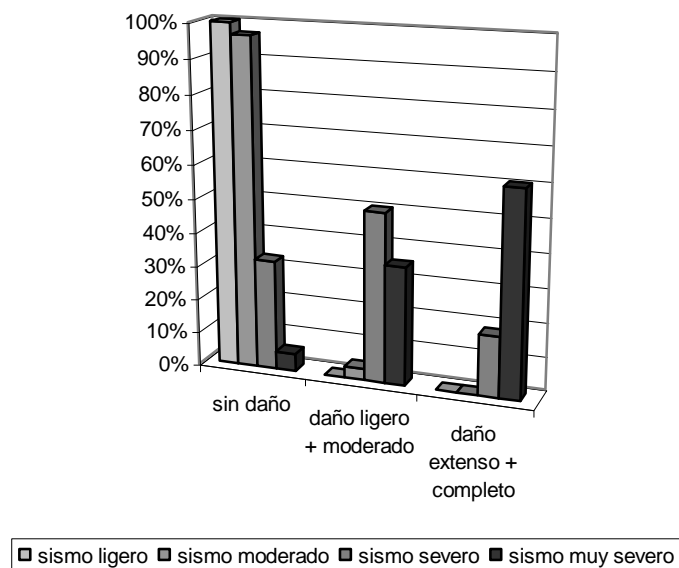
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 3 - Patria y 12 de Octubre**



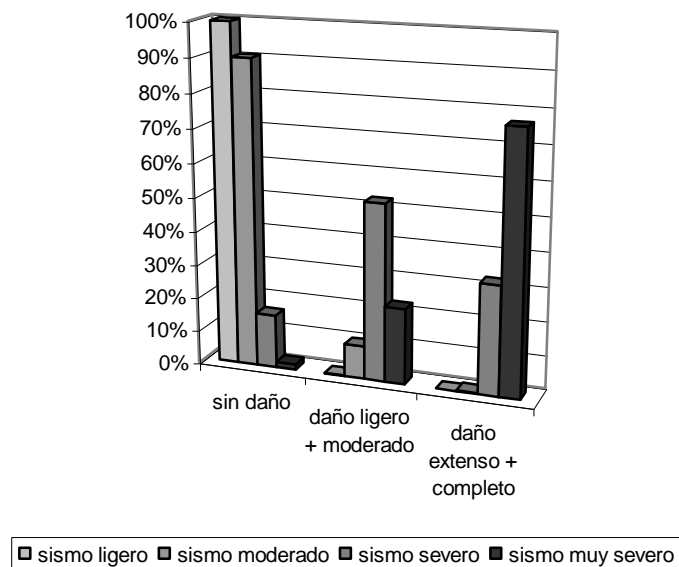
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 12 - Inicio del La Prensa y America (La Y)**



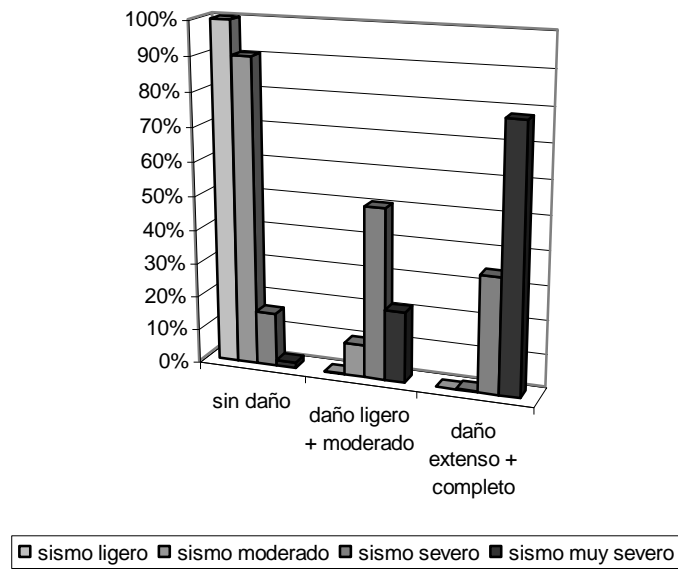
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 14 - 10 de Agosto y Eloy Alfaro**



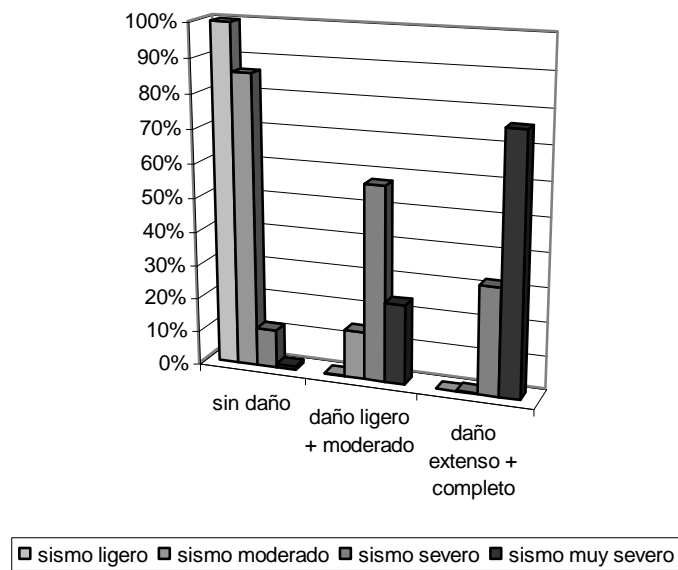
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 15 - 10 de Agosto y Patria (El Guambra)**



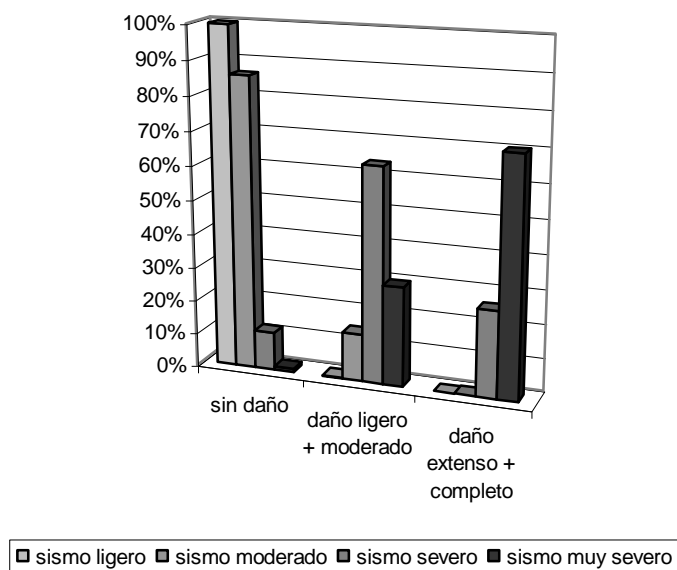
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 16 - Maldonado y Nueva Oriental (Plywood)**



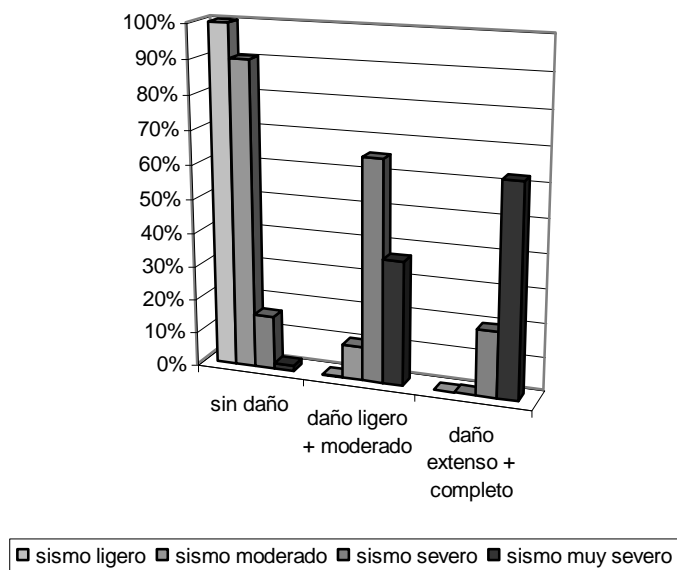
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 21 - Occidental (El Tejar)**



**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 22 - Occidental y 24 de Mayo (San Roque)**

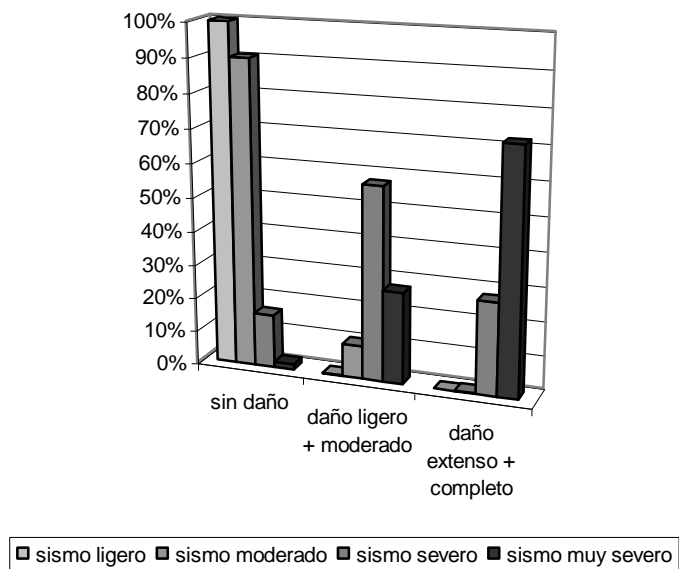


**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 31 - Autopista Ruminahui y Nueva Oriental**

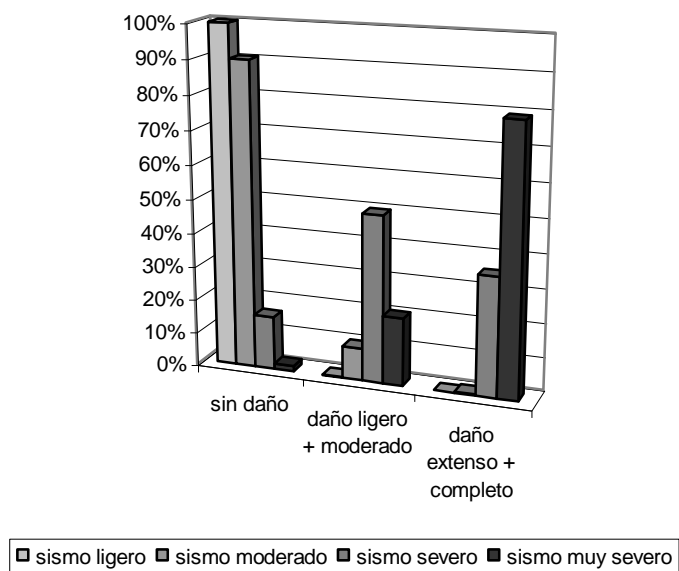




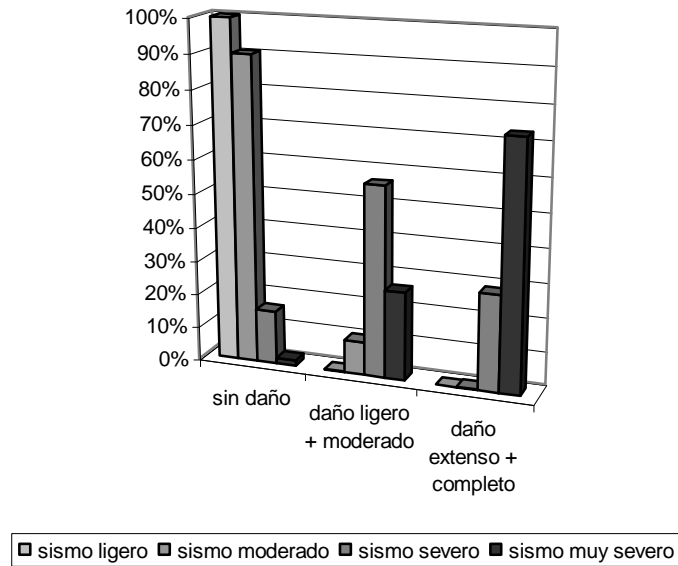
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 40 - Panamericana Norte (Rio Guayllabamba)**



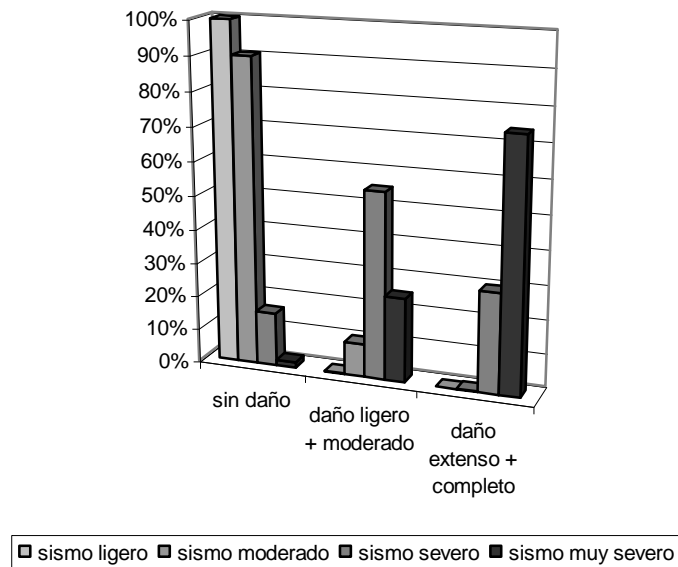
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 41 - Interoceanica (Rio Chiche)**



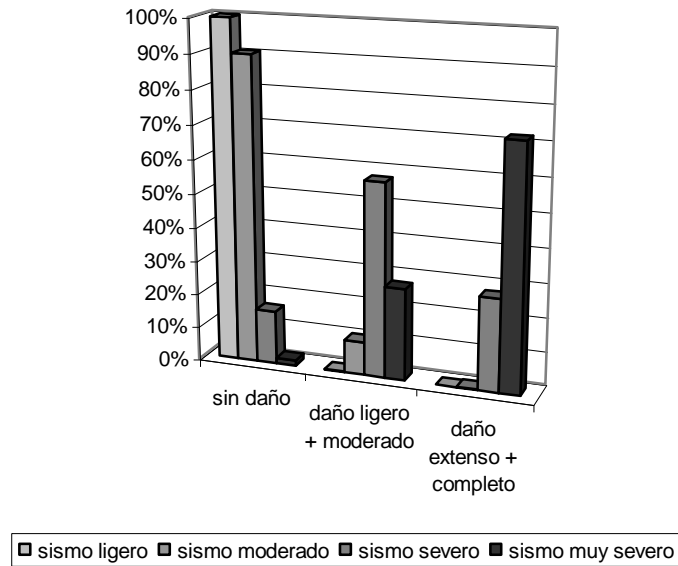
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 42 - Interoceanica y Nueva Oriental (Cumbaya)**



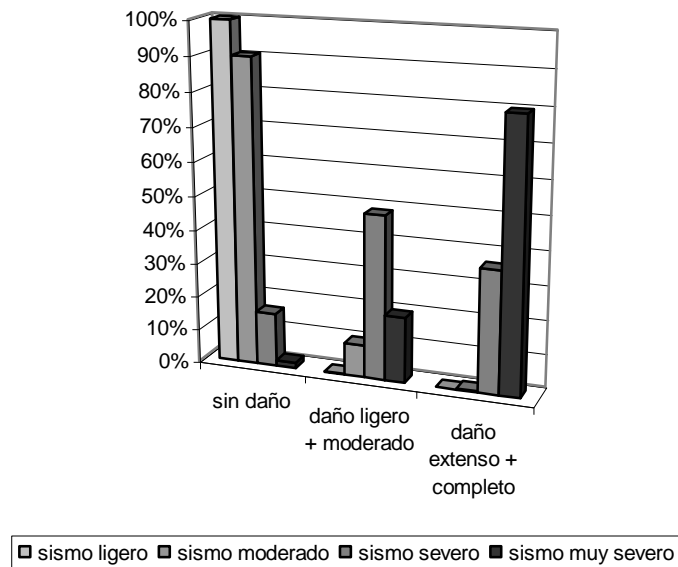
**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 45 - Interoceanica (Rio Machangara)**



**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 47 - Interoceanica (Rio San Pedro) antes del Club El Nacional**



**PROBABILIDAD DE DAÑO EN FUNCIÓN DEL SISMO**  
**Clave 48 - Autopista Ruminahui (Rio San Pedro) Los Chillos**



## CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE QUITO SEGÚN EL CEC-2000

Factores para el espectro elástico según el tipo de suelo

ZONA	CEC-2000	T [s]	CEC-2000	Cm [g]	S
F1	S1	0,2	S1	2,5	1,0
F2	S2	0,35	S2	3,0	1,2
F3			F3	3,50	0,98
F4	S1	0,16	F7	2,40	1,27
F5	S1	0,16	Q4	3,40	1,29
F6	S1	0,2			
F7					
L1	S2	0,35			
L2	S2	0,41			
L3n	S2	0,41			
L3s	S2	0,41			
L4	S1	0,25			
L5	S1	0,25			
Q1	S2	0,41			
Q2n	S1	0,16			
Q2s	S1	0,2			
Q3	S1	0,2			
Q4					
Q5	S2	0,41			
SD	S2				

**CÁLCULO DEL VALOR DE PGA QUE PROVOCARÍA LOS DAÑOS MÁS GRAVES**  
(suma de probabilidades de daño extenso y completo)

clave	PGA	matriz de daños					probabilidad de daño extenso + completo	sismo
		sin daño	ligero	moderado	extenso	completo		
1	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
2	0,40	5%	22%	21%	34%	17%	51%	muy severo
3	0,32	5%	23%	22%	34%	17%	51%	severo
4	0,39	6%	21%	21%	34%	18%	52%	muy severo
5	0,40	6%	33%	23%	28%	10%	39%	muy severo
6	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
7	0,40	74%	1%	13%	11%	2%	13%	muy severo
8	0,40	88%	5%	5%	2%	0%	2%	muy severo
9	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
10	0,40	88%	4%	5%	3%	0%	3%	muy severo
11	0,39	6%	21%	21%	34%	18%	52%	muy severo
12	0,31	6%	21%	21%	34%	17%	51%	severo
13	0,36	9%	20%	22%	34%	16%	50%	muy severo
14	0,37	7%	19%	21%	34%	18%	53%	muy severo
15	0,31	6%	20%	21%	35%	18%	53%	severo
16	0,30	7%	20%	21%	34%	18%	52%	severo
17	0,40	88%	0%	7%	4%	0%	5%	muy severo
18	0,40	5%	32%	22%	29%	11%	41%	muy severo
19	0,40	5%	32%	22%	29%	11%	41%	muy severo
20	0,40	6%	33%	23%	28%	10%	39%	muy severo
21	0,31	4%	22%	21%	34%	18%	52%	severo
22	0,33	3%	24%	21%	34%	17%	52%	severo
25	0,40	81%	8%	7%	4%	0%	4%	muy severo
27	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
28	0,40	74%	4%	12%	9%	1%	10%	muy severo
29	0,40	5%	22%	21%	34%	17%	51%	muy severo
30	0,36	3%	24%	21%	34%	18%	52%	muy severo
31	0,36	3%	24%	21%	34%	18%	52%	muy severo
33	0,40	81%	12%	4%	2%	0%	2%	muy severo
35	0,40	5%	22%	21%	34%	17%	51%	muy severo
36	0,40	88%	5%	5%	2%	0%	2%	muy severo
37	0,40	6%	33%	23%	28%	10%	39%	muy severo
38	0,38	7%	19%	21%	34%	18%	52%	muy severo
39	0,36	3%	24%	21%	34%	18%	52%	muy severo
40	0,32	5%	23%	22%	34%	17%	51%	severo
41	0,30	7%	19%	21%	35%	18%	53%	severo
42	0,32	5%	22%	21%	34%	18%	52%	severo
43	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
44	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
45	0,31	6%	22%	22%	34%	16%	50%	severo
46	0,35	3%	25%	22%	34%	17%	50%	muy severo
47	0,32	5%	23%	22%	34%	17%	51%	severo
48	0,29	8%	19%	22%	34%	17%	51%	severo
49	0,32	5%	23%	22%	34%	17%	51%	severo
50	0,40	74%	5%	12%	9%	1%	10%	muy severo
51	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
52	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
53	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
54	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
55	0,40	74%	5%	12%	9%	1%	10%	muy severo
56	0,40	74%	8%	10%	7%	1%	8%	muy severo
57	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
58	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
59	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
60	0,38	7%	20%	22%	34%	17%	51%	muy severo
61	0,40	6%	22%	22%	34%	17%	50%	muy severo
63	0,40	88%	5%	5%	2%	0%	2%	muy severo
65	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
66	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
67	0,40	88%	3%	6%	3%	0%	3%	muy severo
68	0,27	8%	18%	21%	34%	18%	53%	severo

**CÁLCULO DEL VALOR DE PGA QUE PROVOCARÍA LOS DAÑOS MÁS GRAVES**  
(suma de probabilidades de daño extenso y completo)

clave	PGA	matriz de daños					probabilidad de daño extenso + completo	sismo
		sin daño	ligero	moderado	extenso	completo		
69	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
70	0,31	6%	20%	21%	35%	18%	53%	severo
71	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
72	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
73	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
74	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
75	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
77	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
78	0,34	4%	23%	21%	34%	17%	52%	severo
79	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
80	0,40	74%	9%	10%	7%	1%	8%	muy severo
81	0,40	66%	10%	13%	10%	2%	11%	muy severo
82	0,40	81%	12%	4%	2%	0%	2%	muy severo
83	0,37	7%	19%	21%	34%	18%	53%	muy severo
84	0,37	7%	21%	22%	34%	17%	50%	muy severo

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	ligero
PGA	0,05 g

clave	diseño	suelo Quito	suelo CEC	S	Cm	Sa (1.0 s)	Sa (0.3 s)	clase HAZUS	K <sub>skew</sub>	K <sub>shape</sub>	A	B	K <sub>3D</sub>	I <sub>shape</sub>	factor slight
1	C	L3n	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
2	C	F4	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0	1,00
3	C	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
4	C	Q2n	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,08	0	1,00
5	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0	1,00
6	C	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
7	C	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	0,90	1,30	0	0	1,00	1	1,00
8	C	Q2s	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB28	1,00	1,25	0	0	1,00	0	1,00
9	C	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
10	C	Q3	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB3	0,98	1,25	0	0	1,00	1	1,00
11	C	F5	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,08	0	1,00
12	C	L3n	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,08	0	1,00
13	C	F4	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,02	0	1,00
14	C	F4	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,03	0	1,00
15	C	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,06	0	1,00
16	C	L1	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,04	0	1,00
17	C	L5	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB3	0,89	1,25	0	0	1,00	1	1,00
18	C	F4	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,25	0	1,00
19	C	F4	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,25	0	1,00
20	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0	1,00
21	C	F7	F7	1,27	2,4	0,08	0,12	HWB5	0,93	1,76	0,25	1	1,25	0	1,00
22	C	F7	F7	1,27	2,4	0,08	0,12	HWB5	1,00	1,76	0,25	1	1,25	0	1,00
25	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB3	0,89	0,88	0	0	1,00	1	0,88
27	S	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB4	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
28	C	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	0,94	1,30	0	0	1,00	1	1,00
29	C	Q2s	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0	1,00
30	C	Q1	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
31	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
33	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB3	1,00	0,88	0	0	1,00	1	0,88
35	C	Q3	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0	1,00
36	C	Q3	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB3	1,00	1,25	0	0	1,00	1	1,00
37	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0	1,00
38	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,04	0	1,00
39	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB17	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
40	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
41	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB12	1,00	1,30	0,09	1	1,03	0	1,00
42	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB17	0,89	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
43	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
44	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB28	1,00	1,30	0	0	1,00	0	1,00
45	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	0,97	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	ligero
PGA	0,05 g

clave	diseño	suelo Quito	suelo CEC	S	Cm	Sa (1.0 s)	Sa (0.3 s)	clase HAZUS	K <sub>skew</sub>	K <sub>shape</sub>	A	B	K <sub>3D</sub>	I <sub>shape</sub>	factor slight
46	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB17	0,99	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
47	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
48	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,02	0	1,00
49	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
50	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	0,95	1,30	0	0	1,00	1	1,00
51	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
52	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
53	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
54	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
55	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	0,95	1,30	0	0	1,00	1	1,00
56	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	0,99	1,30	0	0	1,00	1	1,00
57	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
58	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
59	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
60	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,05	0	1,00
61	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB5	0,89	0,88	0,25	1	1,25	0	1,00
63	C	F5	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB3	1,00	1,25	0	0	1,00	1	1,00
65	C	L3n	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
66	C	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
67	C	L4	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB3	0,95	1,25	0	0	1,00	1	1,00
68	C	F7	F7	1,27	2,4	0,08	0,12	HWB5	1,00	1,76	0,25	1	1,01	0	1,00
69	C	L3n	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
70	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,06	0	1,00
71	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
72	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
73	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
74	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
75	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
77	C	L3s	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
78	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB17	0,95	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
79	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
80	C	SD	S2	1,2	3	0,08	0,15	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
81	C	F7	F7	1,27	2,4	0,08	0,12	HWB3	1,00	1,76	0	0	1,00	1	1,00
82	C	F3	F3	0,98	3,5	0,06	0,18	HWB3	1,00	0,88	0	0	1,00	1	0,88
83	C	F4	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,03	0	1,00
84	C	F4	S1	1	2,5	0,06	0,13	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,05	0	1,00



# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	ligero
PGA	0,05 g

clave	medianas Sa				medianas modificadas Sa				porcentaje curvas de fragilidad				matriz de daños				
	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
1	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
2	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
3	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
4	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
5	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
6	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
7	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,81	0,99	1,43	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
8	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
9	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
10	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,88	1,08	1,57	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
11	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
12	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
13	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,66	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
14	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
15	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,47	0,69	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
16	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,46	0,68	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
17	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,80	0,98	1,42	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
18	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
19	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
20	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
21	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,41	0,51	0,76	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
22	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
25	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,80	0,98	1,43	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
27	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
28	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,84	1,03	1,50	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
29	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
30	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
31	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
33	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
35	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
36	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
37	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
38	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,46	0,67	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
39	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
40	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
41	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
42	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,49	0,72	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
43	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
44	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
45	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,71	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	ligero
PGA	0,05 g

clave	medianas Sa				medianas modificadas Sa				porcentaje curvas de fragilidad				matriz de daños				
	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
46	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,43	0,54	0,80	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
47	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
48	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,66	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
49	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
50	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,85	1,04	1,51	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
51	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,80	0,90	1,10	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
52	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
53	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
54	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
55	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,85	1,04	1,52	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
56	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,89	1,09	1,58	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
57	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
58	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
59	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
60	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,46	0,68	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
61	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,49	0,72	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
63	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
65	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
66	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
67	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,86	1,05	1,52	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
68	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,35	0,45	0,66	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
69	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
70	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,47	0,69	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
71	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
72	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
73	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
74	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
75	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
77	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
78	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,41	0,52	0,77	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
79	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
80	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
81	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
82	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,90	1,10	1,60	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
83	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
84	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,46	0,68	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	moderado
PGA	0,10 g

clave	diseño	suelo Quito	suelo CEC	S	Cm	Sa (1.0 s)	Sa (0.3 s)	clase HAZUS	K <sub>skew</sub>	K <sub>shape</sub>	A	B	K <sub>3D</sub>	I <sub>shape</sub>	factor slight
1	C	L3n	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
2	C	F4	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0	1,00
3	C	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
4	C	Q2n	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,08	0	1,00
5	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0	1,00
6	C	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
7	C	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	0,90	1,30	0	0	1,00	1	1,00
8	C	Q2s	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB28	1,00	1,25	0	0	1,00	0	1,00
9	C	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
10	C	Q3	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB3	0,98	1,25	0	0	1,00	1	1,00
11	C	F5	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,08	0	1,00
12	C	L3n	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,08	0	1,00
13	C	F4	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,02	0	1,00
14	C	F4	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,03	0	1,00
15	C	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,06	0	1,00
16	C	L1	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,04	0	1,00
17	C	L5	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB3	0,89	1,25	0	0	1,00	1	1,00
18	C	F4	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,25	0	1,00
19	C	F4	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,25	0	1,00
20	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0	1,00
21	C	F7	F7	1,27	2,4	0,17	0,24	HWB5	0,93	1,76	0,25	1	1,25	0	1,00
22	C	F7	F7	1,27	2,4	0,17	0,24	HWB5	1,00	1,76	0,25	1	1,25	0	1,00
25	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB3	0,89	0,88	0	0	1,00	1	0,88
27	S	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB4	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
28	C	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	0,94	1,30	0	0	1,00	1	1,00
29	C	Q2s	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0	1,00
30	C	Q1	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
31	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
33	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB3	1,00	0,88	0	0	1,00	1	0,88
35	C	Q3	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0	1,00
36	C	Q3	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB3	1,00	1,25	0	0	1,00	1	1,00
37	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0	1,00
38	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,04	0	1,00
39	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB17	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
40	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
41	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB12	1,00	1,30	0,09	1	1,03	0	1,00
42	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB17	0,89	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
43	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
44	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB28	1,00	1,30	0	0	1,00	0	1,00
45	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	0,97	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
46	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB17	0,99	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	moderado
PGA	0,10 g

clave	diseño	suelo Quito	suelo CEC	S	Cm	Sa (1.0 s)	Sa (0.3 s)	clase HAZUS	K <sub>skew</sub>	K <sub>shape</sub>	A	B	K <sub>3D</sub>	I <sub>shape</sub>	factor slight
47	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
48	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,02	0	1,00
49	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0	1,00
50	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	0,95	1,30	0	0	1,00	1	1,00
51	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
52	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
53	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
54	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
55	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	0,95	1,30	0	0	1,00	1	1,00
56	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	0,99	1,30	0	0	1,00	1	1,00
57	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
58	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
59	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
60	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,05	0	1,00
61	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB5	0,89	0,88	0,25	1	1,25	0	1,00
63	C	F5	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB3	1,00	1,25	0	0	1,00	1	1,00
65	C	L3n	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
66	C	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
67	C	L4	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB3	0,95	1,25	0	0	1,00	1	1,00
68	C	F7	F7	1,27	2,4	0,17	0,24	HWB5	1,00	1,76	0,25	1	1,01	0	1,00
69	C	L3n	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
70	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,06	0	1,00
71	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
72	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
73	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
74	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
75	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
77	C	L3s	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
78	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB17	0,95	1,30	0,25	1	1,25	0	1,00
79	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
80	C	SD	S2	1,2	3	0,16	0,30	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1	1,00
81	C	F7	F7	1,27	2,4	0,17	0,24	HWB3	1,00	1,76	0	0	1,00	1	1,00
82	C	F3	F3	0,98	3,5	0,12	0,35	HWB3	1,00	0,88	0	0	1,00	1	0,88
83	C	F4	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,03	0	1,00
84	C	F4	S1	1	2,5	0,13	0,25	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,05	0	1,00

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	moderado
PGA	0,10 g

clave	medianas Sa				medianas modificadas Sa				porcentaje curvas de fragilidad				matriz de daños				
	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
1	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
2	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
3	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	1%	0%	0%
4	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
5	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
6	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
7	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,81	0,99	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
8	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
9	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
10	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,88	1,08	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
11	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
12	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	1%	0%	0%
13	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,66	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
14	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
15	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,47	0,69	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	8%	1%	0%	0%
16	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,46	0,68	0,10	0,02	0,00	0,00	90%	8%	1%	0%	0%
17	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,80	0,98	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
18	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
19	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
20	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
21	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,41	0,51	0,76	0,14	0,01	0,00	0,00	86%	13%	1%	0%	0%
22	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,14	0,01	0,00	0,00	86%	13%	1%	0%	0%
25	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,80	0,98	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
27	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
28	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,84	1,03	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
29	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
30	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,10	0,00	0,00	0,00	90%	9%	0%	0%	0%
31	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,10	0,00	0,00	0,00	90%	9%	0%	0%	0%
33	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
35	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
36	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
37	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
38	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,46	0,67	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
39	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,10	0,00	0,00	0,00	90%	9%	0%	0%	0%
40	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	1%	0%	0%
41	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,10	0,02	0,00	0,00	90%	8%	1%	0%	0%
42	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,49	0,72	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	1%	0%	0%
43	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
44	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
45	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,71	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	1%	0%	0%
46	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,43	0,54	0,80	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	0%	0%	0%

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	moderado
PGA	0,10 g

clave	medianas Sa				medianas modificadas Sa				porcentaje curvas de fragilidad				matriz de daños				
	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
47	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	1%	0%	0%
48	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,66	0,10	0,02	0,00	0,00	90%	8%	1%	0%	0%
49	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	1%	0%	0%
50	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,85	1,04	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
51	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
52	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
53	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
54	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
55	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,85	1,04	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
56	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,89	1,09	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
57	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
58	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
59	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
60	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,46	0,68	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
61	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,49	0,72	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
63	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
65	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
66	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
67	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,86	1,05	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
68	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,35	0,45	0,66	0,14	0,03	0,01	0,00	86%	11%	2%	1%	0%
69	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
70	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,47	0,69	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	8%	1%	0%	0%
71	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
72	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
73	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
74	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
75	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
77	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
78	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,41	0,52	0,77	0,10	0,01	0,00	0,00	90%	9%	1%	0%	0%
79	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
80	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
81	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
82	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,90	1,10	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100%	0%	0%	0%	0%
83	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%
84	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,46	0,68	0,03	0,00	0,00	0,00	97%	3%	0%	0%	0%

### ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	severo
PGA	0,25 g

clave	diseño	suelo Quito	suelo CEC	S	Cm	Sa (1.0 s)	Sa (0.3 s)	clase HAZUS	K <sub>skew</sub>	K <sub>shape</sub>	A	B	K <sub>3D</sub>	I <sub>shape</sub>
1	C	L3n	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
2	C	F4	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0
3	C	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0
4	C	Q2n	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,08	0
5	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0
6	C	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
7	C	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	0,90	1,30	0	0	1,00	1
8	C	Q2s	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB28	1,00	1,25	0	0	1,00	0
9	C	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
10	C	Q3	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB3	0,98	1,25	0	0	1,00	1
11	C	F5	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,08	0
12	C	L3n	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,08	0
13	C	F4	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,02	0
14	C	F4	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,03	0
15	C	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,06	0
16	C	L1	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,04	0
17	C	L5	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB3	0,89	1,25	0	0	1,00	1
18	C	F4	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,25	0
19	C	F4	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,25	0
20	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0
21	C	F7	F7	1,27	2,4	0,42	0,60	HWB5	0,93	1,76	0,25	1	1,25	0
22	C	F7	F7	1,27	2,4	0,42	0,60	HWB5	1,00	1,76	0,25	1	1,25	0
25	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB3	0,89	0,88	0	0	1,00	1
27	S	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB4	1,00	1,30	0	0	1,00	1
28	C	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	0,94	1,30	0	0	1,00	1
29	C	Q2s	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0
30	C	Q1	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0
31	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0
33	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB3	1,00	0,88	0	0	1,00	1
35	C	Q3	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0
36	C	Q3	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB3	1,00	1,25	0	0	1,00	1
37	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0
38	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,04	0
39	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB17	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0
40	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0
41	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB12	1,00	1,30	0,09	1	1,03	0
42	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB17	0,89	1,30	0,25	1	1,25	0
43	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
44	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB28	1,00	1,30	0	0	1,00	0
45	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	0,97	1,30	0,25	1	1,13	0

### ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	severo
PGA	0,25 g

clave	diseño	suelo Quito	suelo CEC	S	Cm	Sa (1.0 s)	Sa (0.3 s)	clase HAZUS	K <sub>skew</sub>	K <sub>shape</sub>	A	B	K <sub>3D</sub>	I <sub>shape</sub>
46	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB17	0,99	1,30	0,25	1	1,25	0
47	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0
48	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,02	0
49	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0
50	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	0,95	1,30	0	0	1,00	1
51	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
52	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
53	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
54	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
55	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	0,95	1,30	0	0	1,00	1
56	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	0,99	1,30	0	0	1,00	1
57	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
58	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
59	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
60	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,05	0
61	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB5	0,89	0,88	0,25	1	1,25	0
63	C	F5	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB3	1,00	1,25	0	0	1,00	1
65	C	L3n	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
66	C	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
67	C	L4	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB3	0,95	1,25	0	0	1,00	1
68	C	F7	F7	1,27	2,4	0,42	0,60	HWB5	1,00	1,76	0,25	1	1,01	0
69	C	L3n	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
70	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,06	0
71	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
72	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
73	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
74	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
75	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
77	C	L3s	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
78	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB17	0,95	1,30	0,25	1	1,25	0
79	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
80	C	SD	S2	1,2	3	0,39	0,75	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
81	C	F7	F7	1,27	2,4	0,42	0,60	HWB3	1,00	1,76	0	0	1,00	1
82	C	F3	F3	0,98	3,5	0,31	0,88	HWB3	1,00	0,88	0	0	1,00	1
83	C	F4	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,03	0
84	C	F4	S1	1	2,5	0,31	0,63	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,05	0



# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	severo
PGA	0,25 g

clave	factor slight	medianas Sa				medianas modificadas Sa				porcentaje curvas de fragilidad				matriz de daños				
		ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
1	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
2	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,68	0,28	0,13	0,02	32%	40%	16%	11%	2%
3	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,84	0,49	0,27	0,06	16%	36%	21%	22%	6%
4	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,68	0,31	0,15	0,02	32%	36%	17%	12%	2%
5	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,66	0,19	0,07	0,01	34%	47%	11%	6%	1%
6	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
7	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,81	0,99	1,43	0,04	0,03	0,01	0,00	96%	0%	2%	1%	0%
8	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,01	0,00	0,00	0,00	99%	1%	0%	0%	0%
9	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
10	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,88	1,08	1,57	0,01	0,00	0,00	0,00	99%	0%	0%	0%	0%
11	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,68	0,31	0,15	0,02	32%	36%	17%	12%	2%
12	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,84	0,53	0,31	0,07	16%	32%	22%	24%	7%
13	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,66	0,68	0,37	0,18	0,03	32%	31%	19%	15%	3%
14	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,68	0,37	0,18	0,03	32%	31%	19%	15%	3%
15	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,47	0,69	0,84	0,54	0,32	0,08	16%	30%	22%	25%	8%
16	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,46	0,68	0,84	0,56	0,34	0,08	16%	28%	22%	26%	8%
17	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,80	0,98	1,42	0,01	0,01	0,00	0,00	99%	0%	1%	0%	0%
18	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,68	0,20	0,08	0,01	32%	48%	12%	7%	1%
19	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,68	0,20	0,08	0,01	32%	48%	12%	7%	1%
20	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,66	0,19	0,07	0,01	34%	47%	11%	6%	1%
21	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,41	0,51	0,76	0,89	0,54	0,32	0,07	11%	35%	22%	24%	7%
22	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,89	0,47	0,26	0,05	11%	42%	21%	20%	5%
25	0,88	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,80	0,98	1,43	0,02	0,01	0,00	0,00	98%	1%	1%	0%	0%
27	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
28	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,84	1,03	1,50	0,04	0,03	0,01	0,00	96%	1%	2%	1%	0%
29	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,68	0,28	0,13	0,02	32%	40%	16%	11%	2%
30	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,84	0,38	0,19	0,03	16%	46%	19%	16%	3%
31	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,84	0,38	0,19	0,03	16%	46%	19%	16%	3%
33	0,88	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,90	1,10	1,60	0,02	0,00	0,00	0,00	98%	2%	0%	0%	0%
35	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,68	0,28	0,13	0,02	32%	40%	16%	11%	2%
36	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,01	0,00	0,00	0,00	99%	1%	0%	0%	0%
37	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,66	0,19	0,07	0,01	34%	47%	11%	6%	1%
38	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,46	0,67	0,66	0,34	0,16	0,02	34%	32%	18%	14%	2%
39	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,84	0,38	0,19	0,03	16%	46%	19%	16%	3%
40	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,84	0,49	0,27	0,06	16%	36%	21%	22%	6%
41	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,84	0,58	0,35	0,09	16%	27%	22%	26%	9%
42	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,49	0,72	0,84	0,50	0,28	0,06	16%	34%	22%	22%	6%
43	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
44	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
45	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,71	0,84	0,51	0,30	0,07	16%	33%	22%	23%	7%

## ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	severo
PGA	0,25 g

clave	factor slight	medianas Sa				medianas modificadas Sa				porcentaje curvas de fragilidad				matriz de daños				
		ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
46	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,43	0,54	0,80	0,84	0,40	0,20	0,04	16%	45%	19%	17%	4%
47	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,84	0,49	0,27	0,06	16%	36%	21%	22%	6%
48	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,66	0,84	0,59	0,36	0,09	16%	26%	22%	27%	9%
49	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,84	0,49	0,27	0,06	16%	36%	21%	22%	6%
50	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,85	1,04	1,51	0,04	0,03	0,01	0,00	96%	1%	2%	1%	0%
51	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
52	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
53	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
54	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
55	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,85	1,04	1,52	0,04	0,02	0,01	0,00	96%	1%	2%	1%	0%
56	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,89	1,09	1,58	0,04	0,02	0,01	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
57	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
58	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
59	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
60	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,46	0,68	0,66	0,32	0,15	0,02	34%	33%	17%	13%	2%
61	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,49	0,72	0,66	0,28	0,12	0,02	34%	38%	15%	11%	2%
63	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,01	0,00	0,00	0,00	99%	1%	0%	0%	0%
65	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
66	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
67	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,86	1,05	1,52	0,01	0,01	0,00	0,00	99%	0%	0%	0%	0%
68	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,35	0,45	0,66	0,89	0,67	0,45	0,13	11%	22%	22%	31%	13%
69	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
70	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,47	0,69	0,84	0,54	0,32	0,08	16%	30%	22%	25%	8%
71	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
72	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
73	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
74	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
75	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
77	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
78	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,41	0,52	0,77	0,84	0,44	0,23	0,04	16%	41%	20%	19%	4%
79	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
80	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,04	0,02	0,00	0,00	96%	2%	1%	0%	0%
81	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,06	0,03	0,01	0,00	94%	3%	2%	1%	0%
82	0,88	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,90	1,10	1,60	0,02	0,00	0,00	0,00	98%	2%	0%	0%	0%
83	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,68	0,37	0,18	0,03	32%	31%	19%	15%	3%
84	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,46	0,68	0,68	0,34	0,16	0,03	32%	33%	18%	14%	3%

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	muy severo
PGA	0,40 g

clave	diseño	suelo Quito	suelo CEC	S	Cm	Sa (1.0 s)	Sa (0.3 s)	clase HAZUS	K <sub>skew</sub>	K <sub>shape</sub>	A	B	K <sub>3D</sub>	I <sub>shape</sub>
1	C	L3n	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
2	C	F4	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0
3	C	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0
4	C	Q2n	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,08	0
5	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0
6	C	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
7	C	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	0,90	1,30	0	0	1,00	1
8	C	Q2s	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB28	1,00	1,25	0	0	1,00	0
9	C	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
10	C	Q3	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB3	0,98	1,25	0	0	1,00	1
11	C	F5	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,08	0
12	C	L3n	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,08	0
13	C	F4	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,02	0
14	C	F4	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,03	0
15	C	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,06	0
16	C	L1	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,04	0
17	C	L5	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB3	0,89	1,25	0	0	1,00	1
18	C	F4	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,25	0
19	C	F4	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,25	0
20	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0
21	C	F7	F7	1,27	2,4	0,68	0,96	HWB5	0,93	1,76	0,25	1	1,25	0
22	C	F7	F7	1,27	2,4	0,68	0,96	HWB5	1,00	1,76	0,25	1	1,25	0
25	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB3	0,89	0,88	0	0	1,00	1
27	S	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB4	1,00	1,30	0	0	1,00	1
28	C	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	0,94	1,30	0	0	1,00	1
29	C	Q2s	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0
30	C	Q1	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0
31	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0
33	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB3	1,00	0,88	0	0	1,00	1
35	C	Q3	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,13	0
36	C	Q3	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB3	1,00	1,25	0	0	1,00	1
37	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,25	0
38	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,04	0
39	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB17	1,00	1,30	0,25	1	1,25	0
40	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0
41	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB12	1,00	1,30	0,09	1	1,03	0
42	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB17	0,89	1,30	0,25	1	1,25	0
43	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
44	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB28	1,00	1,30	0	0	1,00	0
45	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	0,97	1,30	0,25	1	1,13	0

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	muy severo
PGA	0,40 g

clave	diseño	suelo Quito	suelo CEC	S	Cm	Sa (1.0 s)	Sa (0.3 s)	clase HAZUS	K <sub>skew</sub>	K <sub>shape</sub>	A	B	K <sub>3D</sub>	I <sub>shape</sub>
46	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB17	0,99	1,30	0,25	1	1,25	0
47	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0
48	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,02	0
49	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,13	0
50	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	0,95	1,30	0	0	1,00	1
51	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
52	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
53	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
54	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
55	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	0,95	1,30	0	0	1,00	1
56	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	0,99	1,30	0	0	1,00	1
57	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
58	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
59	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
60	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB5	1,00	0,88	0,25	1	1,05	0
61	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB5	0,89	0,88	0,25	1	1,25	0
63	C	F5	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB3	1,00	1,25	0	0	1,00	1
65	C	L3n	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
66	C	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
67	C	L4	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB3	0,95	1,25	0	0	1,00	1
68	C	F7	F7	1,27	2,4	0,68	0,96	HWB5	1,00	1,76	0,25	1	1,01	0
69	C	L3n	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
70	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB5	1,00	1,30	0,25	1	1,06	0
71	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
72	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
73	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
74	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
75	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
77	C	L3s	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
78	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB17	0,95	1,30	0,25	1	1,25	0
79	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
80	C	SD	S2	1,2	3	0,62	1,20	HWB3	1,00	1,30	0	0	1,00	1
81	C	F7	F7	1,27	2,4	0,68	0,96	HWB3	1,00	1,76	0	0	1,00	1
82	C	F3	F3	0,98	3,5	0,49	1,40	HWB3	1,00	0,88	0	0	1,00	1
83	C	F4	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,03	0
84	C	F4	S1	1	2,5	0,50	1,00	HWB5	1,00	1,25	0,25	1	1,05	0

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	muy severo
PGA	0,40 g

clave	factor slight	medianas Sa				medianas modificadas Sa				porcentaje curvas de fragilidad				matriz de daños				
		ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
1	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
2	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,95	0,72	0,51	0,17	5%	22%	21%	34%	17%
3	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,99	0,87	0,72	0,34	1%	11%	16%	37%	34%
4	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,95	0,76	0,55	0,20	5%	19%	21%	35%	20%
5	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,94	0,61	0,39	0,10	6%	33%	23%	28%	10%
6	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
7	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,81	0,99	1,43	0,26	0,26	0,13	0,02	74%	1%	13%	11%	2%
8	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,12	0,07	0,02	0,00	88%	5%	5%	2%	0%
9	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
10	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,88	1,08	1,57	0,12	0,08	0,03	0,00	88%	4%	5%	3%	0%
11	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,95	0,76	0,55	0,20	5%	19%	21%	35%	20%
12	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,70	0,99	0,89	0,75	0,38	1%	9%	14%	37%	38%
13	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,66	0,95	0,80	0,60	0,24	5%	15%	19%	37%	24%
14	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,95	0,80	0,60	0,24	5%	15%	19%	37%	24%
15	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,47	0,69	0,99	0,90	0,76	0,40	1%	8%	14%	37%	40%
16	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,46	0,68	0,99	0,91	0,78	0,42	1%	8%	13%	36%	42%
17	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,80	0,98	1,42	0,12	0,12	0,05	0,00	88%	0%	7%	4%	0%
18	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,95	0,63	0,41	0,11	5%	32%	22%	29%	11%
19	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,95	0,63	0,41	0,11	5%	32%	22%	29%	11%
20	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,94	0,61	0,39	0,10	6%	33%	23%	28%	10%
21	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,41	0,51	0,76	0,99	0,90	0,76	0,39	1%	9%	14%	37%	39%
22	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,99	0,86	0,70	0,32	1%	13%	16%	37%	32%
25	0,88	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,80	0,98	1,43	0,19	0,11	0,04	0,00	81%	8%	7%	4%	0%
27	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
28	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,84	1,03	1,50	0,26	0,23	0,10	0,01	74%	4%	12%	9%	1%
29	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,95	0,72	0,51	0,17	5%	22%	21%	34%	17%
30	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,99	0,81	0,62	0,25	1%	17%	19%	37%	25%
31	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,99	0,81	0,62	0,25	1%	17%	19%	37%	25%
33	0,88	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,90	1,10	1,60	0,19	0,06	0,02	0,00	81%	12%	4%	2%	0%
35	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,95	0,72	0,51	0,17	5%	22%	21%	34%	17%
36	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,12	0,07	0,02	0,00	88%	5%	5%	2%	0%
37	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,94	0,61	0,39	0,10	6%	33%	23%	28%	10%
38	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,46	0,67	0,94	0,77	0,57	0,21	6%	17%	20%	36%	21%
39	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,44	0,55	0,81	0,99	0,81	0,62	0,25	1%	17%	19%	37%	25%
40	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,99	0,87	0,72	0,34	1%	11%	16%	37%	34%
41	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,99	0,91	0,79	0,43	1%	7%	13%	36%	43%
42	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,49	0,72	0,99	0,88	0,73	0,35	1%	11%	15%	37%	35%
43	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
44	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
45	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,38	0,48	0,71	0,99	0,89	0,74	0,37	1%	10%	15%	37%	37%

# ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PUENTES DE QUITO

escenario sísmico	muy severo
PGA	0,40 g

clave	factor slight	medianas Sa				medianas modificadas Sa				porcentaje curvas de fragilidad				matriz de daños				
		ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	ligero	moderado	extenso	completo	sin daño	ligero	moderado	extenso	completo
46	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,43	0,54	0,80	0,99	0,82	0,63	0,26	1%	17%	19%	37%	26%
47	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,99	0,87	0,72	0,34	1%	11%	16%	37%	34%
48	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,66	0,99	0,92	0,79	0,44	1%	7%	12%	36%	44%
49	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,50	0,73	0,99	0,87	0,72	0,34	1%	11%	16%	37%	34%
50	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,85	1,04	1,51	0,26	0,22	0,10	0,01	74%	5%	12%	9%	1%
51	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
52	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
53	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
54	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
55	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,85	1,04	1,52	0,26	0,21	0,10	0,01	74%	5%	12%	9%	1%
56	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,89	1,09	1,58	0,26	0,19	0,08	0,01	74%	8%	10%	7%	1%
57	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
58	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
59	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
60	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,46	0,68	0,94	0,76	0,56	0,20	6%	18%	21%	35%	20%
61	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,39	0,49	0,72	0,94	0,72	0,50	0,17	6%	22%	22%	34%	17%
63	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,12	0,07	0,02	0,00	88%	5%	5%	2%	0%
65	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
66	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
67	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,86	1,05	1,52	0,12	0,09	0,03	0,00	88%	3%	6%	3%	0%
68	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,35	0,45	0,66	0,99	0,95	0,85	0,53	1%	4%	9%	32%	53%
69	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
70	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,47	0,69	0,99	0,90	0,76	0,40	1%	8%	14%	37%	40%
71	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
72	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
73	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
74	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
75	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
77	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
78	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,41	0,52	0,77	0,99	0,85	0,67	0,30	1%	14%	17%	37%	30%
79	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
80	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,26	0,18	0,08	0,01	74%	9%	10%	7%	1%
81	1,00	0,80	0,90	1,10	1,60	0,80	0,90	1,10	1,60	0,34	0,24	0,11	0,02	66%	10%	13%	10%	2%
82	0,88	0,80	0,90	1,10	1,60	0,70	0,90	1,10	1,60	0,19	0,06	0,02	0,00	81%	12%	4%	2%	0%
83	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,36	0,45	0,67	0,95	0,80	0,60	0,24	5%	15%	19%	37%	24%
84	1,00	0,26	0,35	0,44	0,65	0,26	0,37	0,46	0,68	0,95	0,78	0,58	0,22	5%	17%	20%	36%	22%

## **ANEXO 2**

### **FOTOS DE LAS ESTRUCTURAS ANALIZADAS**

## Listado de los principales puentes del área metropolitana de Quito

Haga un clic en la clave del puente y verá la foto correspondiente  
OJO: para algunos puentes, existen varias vistas

Clave	Tipo de obra vial	Ubicación
<a href="#">1</a>	Intercambiador	El Labrador
<a href="#">2</a>	Puente	Mariana de Jesus y Occidental
<a href="#">3</a>	Intercambiador	Patria y 12 de Octubre
<a href="#">4</a>	Intercambiador	Carcelen
<a href="#">5</a>	Intercambiador	Trebol
<a href="#">6</a>	Paso deprimido	10 de Agosto Gran Colombia (San Blas)
<a href="#">7</a>	Paso deprimido	Avenida Pichincha (San Blas)
<a href="#">8</a>	Puente	Gonzalez Suarez (encima de Interoceanica)
<a href="#">9</a>	Paso deprimido	Antonio Ante y Manuel Larrea (Consejo Provincial)
<a href="#">10</a>	Intercambiador	Eloy Alfaro y Las Palmeras (Zambiza)
<a href="#">11</a>	Intercambiador	Carvajal y Occidental (El Bosque)
<a href="#">12</a>	Paso elevado	Inicio del La Prensa y America (La Y)
<a href="#">13</a>	Paso elevado	10 de Agosto y Republica (Recta)
<a href="#">14</a>	Paso elevado	10 de Agosto y Eloy Alfaro
<a href="#">15</a>	Paso elevado	10 de Agosto y Patria (El Guambra)
<a href="#">16</a>	Paso elevado	Maldonado y Nueva Oriental (Plywood)
<a href="#">17</a>	Paso deprimido	Prensa y Amazonas (Aeropuerto)
<a href="#">18</a>	Puente	Diaz de la Madrid y Occidental
<a href="#">19</a>	Puente	La Gasca y Occidental
<a href="#">20</a>	Intercambiador	Universitaria y Occidental (Miraflores)
<a href="#">21</a>	Intercambiador	Occidental (El Tejar)
<a href="#">22</a>	Paso elevado	Occidental y 24 de Mayo (San Roque)
<a href="#">25</a>	Puente	24 de Mayo y Maldonado (Terminal Terrestre)
<a href="#">27</a>	Intercambiador	America (Universidad Central)
<a href="#">28</a>	Puente	Gran Colombia y Yaguachi (Congreso)
<a href="#">29</a>	Paso elevado	Velasco Ibarra y Quesera del Medio (Vicentina)
<a href="#">30</a>	Puente	Autp Ruminahui (antes del intercambiador con Nueva Oriental)
<a href="#">31</a>	Intercambiador	Autopista Ruminahui y Nueva Oriental
<a href="#">33</a>	Puente	Maldonado y El Sena (Rio Machangara)
<a href="#">35</a>	Paso 3 niveles	10 de Agosto (Galo Plaza Lasso) y 6 de Diciembre
<a href="#">36</a>	Puente	Eloy Alfaro y Los Nogales
<a href="#">37</a>	Paso elevado	Avenida Pichincha y Oriente (San Blas)
<a href="#">38</a>	Paso elevado	Avenida Pichincha (La Marin)
<a href="#">39</a>	Paso elevado	PanaNorte a llegar a Calderón (junto al cementerio)
<a href="#">40</a>	Puente	Panamericana Norte (Rio Guayllabamba)
<a href="#">41</a>	Puente	Interoceanica (Rio Chiche)
<a href="#">42</a>	Intercambiador	Interoceanica y Nueva Oriental (Cumbaya)
<a href="#">43</a>	Puente	Avenida de Los Conquistadores (Machangara)
<a href="#">44</a>	Puente	Nueva Oriental (Machangara)
<a href="#">45</a>	Puente	Interoceanica (Rio Machangara)
<a href="#">46</a>	Intercambiador	Circunvalación Cumbaya (Entrada San Juan Bautista)
<a href="#">47</a>	Puente	Interoceanica (Rio San Pedro) antes del Club El Nacional
<a href="#">48</a>	Puente	Autopista Ruminahui (Rio San Pedro) Los Chillos
<a href="#">49</a>	Intercambiador	Autopista Rumiñahui Entrada a Conocoto
<a href="#">50</a>	Puente	Intervalle Via a Pintag (Rio Pita) Los Chillos



<a href="#"><u>51</u></a>	Puente	Calle Piedad del Castillo (Rio San Pedro) Los Chillos
<a href="#"><u>52</u></a>	Puente	Calle Avelina Lasso (Rio San Pedro) Entrada San Rafael
<a href="#"><u>53</u></a>	Puente	Avenida San Luis (Rio Sta Clara) Los Chillos
<a href="#"><u>54</u></a>	Puente	I. Isabela (Rio Pita) Los Chillos
<a href="#"><u>55</u></a>	Puente	Avenida El Tingo (Rio San Pedro) Los Chillos
<a href="#"><u>56</u></a>	Puente	Entrada a El Tingo (Quebrada Ushimana) Los Chillos
<a href="#"><u>57</u></a>	Puente	El Triangulo Via a Conocoto (Rio San Pedro) Los Chillos
<a href="#"><u>58</u></a>	Puente	Calle Aurelio Naranjo (Los Chillos)
<a href="#"><u>59</u></a>	Puente	Calle Venezuela (Rio San Pedro) Los Chillos
<a href="#"><u>60</u></a>	Paso elevado	Av. Pichincha entre La Marin y El Trebol
<a href="#"><u>61</u></a>	Puente	Alberto Larrea y Napo (Luluncoto)
<a href="#"><u>63</u></a>	Paso deprimido	10 de Agosto al nivel de la Y Sur
<a href="#"><u>65</u></a>	Paso deprimido	10 de Agosto y Naciones Unidas
<a href="#"><u>66</u></a>	Paso deprimido	10 de Agosto y Tarqui
<a href="#"><u>67</u></a>	Paso deprimido	6 de Diciembre e Interoceánica (Plaza Argentina)
<a href="#"><u>68</u></a>	Puente peatonal	Puente peatonal San Roque
<a href="#"><u>69</u></a>	Paso deprimido	10 de Agosto al nivel de la Y Norte
<a href="#"><u>70</u></a>	Puente tren	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui
<a href="#"><u>71</u></a>	Puente tren	Justo antes del peaje de la Autopista Rumiñahui
<a href="#"><u>72</u></a>	Intercambiador	Autopista Rumiñahui Puente Peatonal III Entrada a Guangopolo
<a href="#"><u>73</u></a>	Puente	Avenida de Los Conquistadores (Quebrada de El Batán)
<a href="#"><u>74</u></a>	Puente	Interoceánica (Quebrada Auqui Chico) antes de la Primavera
<a href="#"><u>75</u></a>	Puente	Miravalle (vía a Cumbayá)
<a href="#"><u>77</u></a>	Paso deprimido	10 de Agosto y Ríofrío
<a href="#"><u>78</u></a>	Paso elevado	PanaNorte junto a la tenencia política
<a href="#"><u>79</u></a>	Puente	Entrada a El Tingo a mano izquierdo (Quebrada Ushimana)
<a href="#"><u>80</u></a>	Puente	Calle Mariana de Jesús (Río Capelo) Los Chillos
<a href="#"><u>81</u></a>	Puente	Occidental a bajo del centro popular de San Roque
<a href="#"><u>82</u></a>	Puente	24 de Mayo a la salida del túnel
<a href="#"><u>83</u></a>	Paso elevado	10 de Agosto y República (Curvo)
<a href="#"><u>84</u></a>	Paso elevado	10 de Agosto y Eloy Alfaro



Puente 1 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 1 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 2 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 2 – vista b  
[Regreso Listado](#)





Puente 3  
[Regreso Listado](#)



Puente 4  
[Regreso Listado](#)



Puente 5 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 5 – vista b  
[Regreso Listado](#)





Puente 6  
[Regreso Listado](#)



Puente 7  
[Regreso Listado](#)



Puente 8  
[Regreso Listado](#)



Puente 9 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 9 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 10 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 10 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 11 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 11 – vista b

[Regreso Listado](#)



Puente 12

[Regreso Listado](#)





Puente 13  
[Regreso Listado](#)



Puente 14 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 14 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 15 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 15 – vista b

[Regreso Listado](#)



Puente 15 – vista c

[Regreso Listado](#)



Puente 16  
[Regreso Listado](#)



Puente 17 – vista a  
[Regreso Listado](#)

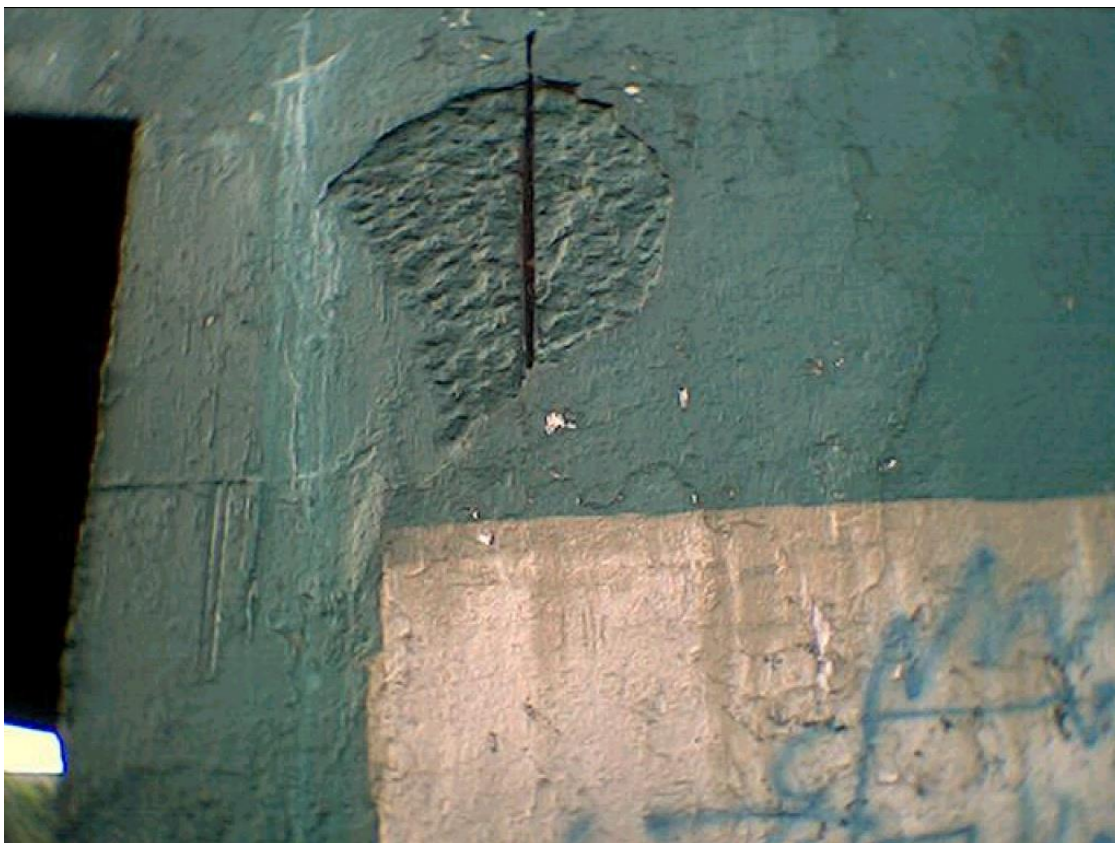




Puente 17 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 18 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 18 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 18 – vista c  
[Regreso Listado](#)





Puente 20  
[Regreso Listado](#)



Puente 21  
[Regreso Listado](#)



Puente 22  
[Regreso Listado](#)



Puente 25  
[Regreso Listado](#)





Puente 27 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 27 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 28 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 28 – vista b  
[Regreso Listado](#)





Puente 29  
[Regreso Listado](#)



Puente 30  
[Regreso Listado](#)





Puente 31

[Regreso Listado](#)



Puente 33

[Regreso Listado](#)





Puente 35 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 35 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 36 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 36 – vista b  
[Regreso Listado](#)





Puente 37  
[Regreso Listado](#)



Puente 38  
[Regreso Listado](#)



Puente 39  
[Regreso Listado](#)



Puente 40 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 40 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 40 – vista c  
[Regreso Listado](#)



Puente 41 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 41 – vista b  
[Regreso Listado](#)





Puente 42  
[Regreso Listado](#)



Puente 44 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 44 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 45 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 45 – vista b

[Regreso Listado](#)



Puente 45 – vista c

[Regreso Listado](#)





Puente 46  
[Regreso Listado](#)



Puente 47  
[Regreso Listado](#)





Puente 48 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 48 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 49  
[Regreso Listado](#)



Puente 50 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 50 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 52  
[Regreso Listado](#)





Puente 53  
[Regreso Listado](#)



Puente 54  
[Regreso Listado](#)





Puente 55  
[Regreso Listado](#)



Puente 56  
[Regreso Listado](#)





Puente 57  
[Regreso Listado](#)



Puente 58  
[Regreso Listado](#)





Puente 59  
[Regreso Listado](#)



Puente 60  
[Regreso Listado](#)



Puente 61  
[Regreso Listado](#)



Puente 63  
[Regreso Listado](#)





Puente 65  
[Regreso Listado](#)



Puente 66  
[Regreso Listado](#)



Puente 67  
[Regreso Listado](#)



Puente 68  
[Regreso Listado](#)





Puente 69  
[Regreso Listado](#)



Puente 70 y 71 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 70 y 71 – vista b  
[Regreso Listado](#)



Puente 71  
[Regreso Listado](#)





Puente 72  
[Regreso Listado](#)



Puente 73  
[Regreso Listado](#)



Puente 74  
[Regreso Listado](#)



Puente75  
[Regreso Listado](#)





Puente 77  
[Regreso Listado](#)



Puente 78  
[Regreso Listado](#)



Puente 79 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 79 – vista b  
[Regreso Listado](#)





Puente 80  
[Regreso Listado](#)



Puente 81  
[Regreso Listado](#)





Puente 82  
[Regreso Listado](#)



Puente 83 – vista a  
[Regreso Listado](#)





Puente 83 y 13 – vista b  
[Regreso Listado](#)





Puente 84 – vista a  
[Regreso Listado](#)



Puente 84 – vista b  
[Regreso Listado](#)





Puente 84 – vista c  
[Regreso Listado](#)



Puente 84 – vista d  
[Regreso Listado](#)





Puente 84 – vista e  
[Regreso Listado](#)